

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

УСПЕХИ
В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ

Том XXX

№ 8

Москва
2016

УДК 66.01-52
ББК 24. 35
У78

Рецензент:
Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева

Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том XXX,
У78 № 8 (177). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 120 с.

В сборник вошли статьи по актуальным вопросам в области теоретической и экспериментальной химии.

Материалы сборника были представлены для широкого обсуждения на XI Международном конгрессе молодых ученых по химии и химической технологии «УССТ-2016», XXIX Международной конференции молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2016», ряде международных и российских конференций, симпозиумов и конкурсов, а также на интернет-сайтах.

Сборник представляет интерес для научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов химико-технологических вузов.

УДК 66.01-52
ББК 24. 35

ISSN 1506-2017

© Российский химико-технологический
университет им. Д. И. Менделеева, 2016

Содержание

Специальная химия, пожарная и промышленная безопасность (технологии и материалы специального и двойного назначения, пожаро- и взрывобезопасность)

Д.С. Антипов, А.А. Петрейкин, А.А. Кунаков, Л.Е. Левшенкова, А.И. Левшенков	
ДЕТОНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРОСТЫХ АММОНАЛОВ В ЗАРЯДАХ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ	8
М. С. Баньковская, С. М. Михайлова, Л. Р. Шарифуллина	
ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ДИБУТОКСИМЕТАНА В ПРИСУТСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИМЕСЕЙ	10
Ю.С. Березин, В.А. Сизов, А.П. Денисюк	
ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ГОРЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЙ РАСПАД НИЗКОКАЛОРИЙНОГО ПОРОХА	12
К.Л. Беседнов, А.Н. Бабин, Т.А. Гребенева, А.И. Ткачук, Д.В. Плешаков	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРЕНИЯ ПОЛИСУЛЬФОНОВ В ЭПОКСИДНЫХ СМОЛАХ	15
В. П. Синдицкий, А.Н. Чёрный, С.Х. Чжо, Р.С. Бобылёв	
ГОРЕНИЕ СМЕСЕЙ ПЕРХЛОРАТА АММОНИЯ С ВЫСОКОКАЛОРИЙНЫМИ ГОРЮЧИМИ	18
Г. Г. Гаджиев, А. Я. Васин, А. А. Матвеев	
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К УДАРУ ЛЮМИНОЛА, ЕГО НИТРОПРОИЗВОДНЫХ И ПАРАДИНИТРОЗОБЕНЗОЛА	21
А.С. Гармашов, Д.Г. Терпугов, Н.И. Акинин	
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА УЛАВЛИВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ	24
Губина Т.А., Алексеев А.А., Мосолов А.С.	
ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ БАРЬЕРОВ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕТОДЕ «АНАЛИЗ БАРЬЕРОВ БЕЗОПАСНОСТИ»	26
В.А. Киричко, В.А. Сизов, А.П. Денисюк	
ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ГОРЕНИЯ НИЗКОКАЛОРИЙНОГО ПОРОХА	29
С. М. Михайлова, Л. Р. Шарифуллина	
ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ	32

А. Н. Перова, А. В. Капранов, Е. Б. Аносова	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧЕСКОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	34
А.А. Петрейкин, Д.С. Антипов, А.А. Кунаков, Л.Е. Левшенкова, А.И. Левшенков	
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫХ ИНИЦИИРУЮЩИХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ НИЗКОПЛОТНЫХ БРИЗАНТНЫХ ВВ	37
Р. В. Понафидин, А. А. Матвеев, А. В. Дубовик	
ХИМИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СМЕСЯХ ГАЛОИДВИНИЛОВЫХ ПОЛИМЕРОВ С ПАП-2 ПРИ УДАРЕ	39
К.А. Прасол, Ю.С. Березин, В.А. Сизов, А.П. Денисюк	
ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ГОРЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗЫ И МОДЕЛЬНОГО ПОРОХА НА ЕЁ ОСНОВЕ	42
А.В. Раков, А.П. Денисюк, Д.Б. Михалёв	
ВЛИЯНИЕ ФОРСИРОВАННОГО ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ АЭРОЗОЛЬОБРАЗУЮЩИХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ НА СКОРОСТЬ ИХ ГОРЕНИЯ И ОГНЕТУШАЩУЮ СПОСОБНОСТЬ	45
Е.А. Севашко, Ю.М. Лотменцев, Н.Н. Кондакова	
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ БУТАДИЕН- НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА БНКС-40 С НИТРОЭФИРАМИ	47
М.А. Топчий, П.С. Грибанов, А.Ф. Асаченко, Д.В. Плешаков	
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕКСАНИТРАТА СОРБИТОЛА И ЕГО РАСТВОРОВ В НИТРОГЛИЦЕРИНЕ И ДИНИТРАТЕ ДИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ	50
В.И. Колесов, В.С. Тюрина	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕСИ ПЕРХЛОРАТА КАЛИЯ И ДВОЙНОЙ СОЛИ ФЕРРОЦИАНИДА КАЛИЯ- МАГНИЯ	53
К. Н. Хвостанцева, С. А. Платонова, В. М. Райкова, А. Я. Васин	
ПАРАМЕТРЫ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА ПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОВ	56
В. П. Синдицкий, Ч. Х. Хоанг, В. К. Хоанг, В.С. Санников, Д.В. Дашко	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСПАДА И ГОРЕНИЯ 3-(4- АМИНОФУРАЗАН-3-ИЛ)-4-(4-НИТРОФУРАЗАН-3-ИЛ)ФУРАЗАНА (ANTF)	59
А.О. Чепурной, В.Ю. Егоршев	
ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ СМЕСЕЙ ЦИАНОКОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗА С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ОКИСЛИТЕЛЯМИ	64

А.А. Шатохин, В.А. Сизов, Ю.Г. Шепелев

**ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В СОЧЕТАНИИ С УГЛЕРОДНЫМИ
НАНОТРУБКАМИ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ
СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ БАЛЛИСТИЧНЫХ ПОРОХОВ** 68

Т.В. Яковенко, Г.К. Яруллина, И.В. Гарустович, О.Н. Шишилов, Н.О.
Мельников

**СФЕРОПЛАСТИКИ КАК ТЕРМОИЗОЛИРУЮЩИЕ ЗАЩИТНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 71

*Проблемы устойчивого развития и природопользования, экономические
и социально-гуманитарные науки*

А. О. Грицаенко, Н. И. Гавриленко

**АНАЛИЗ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ СТРАТЕГИИ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РОССИИ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ** 75

О. Г. Давыдова, А. В. Малков

**КОСВЕННЫЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ** 78

В. В. Гончарова, Т. Н. Шушунова

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПОДДЕРЖКИ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ** 81

А. В. Филин, Т. Н. Шушунова, О.Ю. Егорова

**ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ РАЗВИТИЯ
ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ** 83

М. Ю. Куликов, А. Е. Хачатуров

4-Я ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И КАЧЕСТВО ТРУДА 85

М. А. Крушева, Н. С. Ефимова

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ
ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА ГЛАЗАМИ СТУДЕНТОВ** 88

А. Р. Александрова, Е. О. Вдовенко

**АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА
ЭКОНОМИКИ** 91

А. А. Александрова, М. В. Провоторов

**ФАСИЛИТАЦИЯ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ ПРОЕКТАМИ** 95

Е. О. Вдовенко, И. Г. Кукушкин

ИНСТИТУТ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ 99

М. А. Эдаси, Е. О. Вдовенко

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ** 103

Л. В. Ильиных ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	107
М. А. Цымбалов, М. А. Сиротина, О. Ю. Егорова ЭФФЕКТИВНАЯ МАРКЕТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ИКЕА	110
М. В. Харитонов, С. Г. Авруцкая ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯПОНСКОЙ МОДЕЛИ МЕНЕДЖМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	113
Д. В. Чепраков, С. Г. Авруцкая АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ	116

**СПЕЦИАЛЬНАЯ ХИМИЯ,
ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ (ТЕХНОЛОГИИ И
МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО И
ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ,
ПОЖАРО- И
ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ)**

УДК 622.215.2

Д.С. Антипов, А.А. Петрейкин, А.А. Кунаков, Л.Е. Левшенкова, А.И. Левшенков

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва

ДЕТОНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРОСТЫХ АММОНАЛОВ В ЗАРЯДАХ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ

Проведены исследования детонационной способности простых аммоналов различного состава в зарядах малых диаметров. Определены критические условия детонации в зависимости от прочности и толщины оболочки. Определены минимальные инициирующие заряды для аммоналов с различным содержанием алюминия.

Ключевые слова: детонация, смеси нитрата аммония с алюминием, критический диаметр детонации, минимальный инициирующий заряд.

Двойные смеси нитрата аммония с алюминием (простые, или простейшие аммоналы) является удобной модельной системой для изучения детонационных процессов. Они содержат в своём составе высококалорийное горючее – алюминий. Отсутствие в составе этих смесей углерода позволяет не учитывать обычных для СННО-систем равновесий доменного и водяного газа, образования метана и HCN. Высокая температура кипения алюминия позволяет предположить, что химическое взаимодействие горючего и окислителя протекает исключительно в диффузионном режиме. Данные системы привлекают исследователей с 50-х – 60-х годов XX века [1,2]. В настоящее время интерес к исследованию их характеристик возрастает по ряду причин – с одной стороны, как системы, удобные для моделирования детонационных процессов, с другой – как вещества, часто применяемые в незаконном обороте ВВ и изготавливаемые в кустарных условиях.

Для простых аммоналов существует оптимальная плотность заряда, при которой наблюдается максимальная скорость детонации, при повышении плотности скорость детонации снижается, как и для других систем горючее-окислитель. По данным исследований, опубликованным в последние годы [3-5], понижение содержания алюминия с 18% (стехиометрическая смесь) до 6-8%, несмотря на заметное снижение энергетических характеристик, не приводит к снижению скорости детонации и увеличению критического диаметра детонации. Высокой детонационной способностью обладают даже смеси, содержащие 1-2% алюминия. Напротив, увеличение содержания алюминия с 16 до 20% заметно снижает скорость детонации. Скорость детонации данных смесей ниже расчетной [2,3].

Целью данной работы являлось установление минимального инициирующего заряда ИВВ (МИЗ) для простых аммоналов различного состава в зарядах, оценка критического и предельного диаметра в различных оболочках.

Нитрат аммония (марка Б, гранулированный ГОСТ 2-85) измельчали в бытовом дезинтеграторе, размер частиц после измельчения – менее 50 мкм. Смеси изготавливали методом длительного перемешивания в полиэтиленовом пакете. Для определения детонационной способности была изготовлена стехиометрическая смесь, содержащая 18% алюминиевой пудры ПАП-2, а также смеси с

отрицательным кислородным балансом, с содержанием алюминиевой пудры 2% и 8%. Определение МИЗ проводилось в медных трубках (внутренний/внешний диаметр) 4/6 мм, 6/8 мм (близкой по внутреннему диаметру к гильзе КД №8 (6.4 мм)).

В качестве инициирующего заряда использовалось органическое ИВВ со скоростью детонации около 3000 м/с. Поскольку детонационные характеристики простых аммоналов при высоких плотностях снижаются вплоть до потери детонационной способности, в данной работе была применена модифицированная методика определения МИЗ. Исследуемые простые аммоналы (около 2 г исследуемого вещества) запрессовывали в трубки под давлением около 50 ат до плотности зарядов 1.0-1.1 г/см³ (максимальной для простых аммоналов, при которой детонационные параметры реализуются при малых диаметрах заряда). ИВВ запрессовывали поверх аммоналов при ещё меньших давлениях, чтобы избежать уплотнения основного заряда (давление составляло не более 20 ат, плотность заряда ИВВ 0.7-0.8 г/см³).

Заряд устанавливался вертикально на свинцовую пластину-свидетель диаметром 40 мм и толщиной 3 мм, стоящую на металлической пробке глубиной 20 мм. Воспламенение ИВВ производили с помощью стандартного электровоспламенителя, подрыв – с помощью электрического импульса от аккумулятора. Результат определялся по пробитию или следу на свинцовой пластине-свидетеле (Рис. 1).

Полученные результаты приведены в Табл. 1.

Таблица 1. Минимальный инициирующий заряд для простых аммоналов с различным содержанием алюминия

Содержание алюминия в аммонале, % масс.	2	8	18
МИЗ, мг	75	75	300

Таким образом, определены МИЗ органического ИВВ для простых аммоналов различного состава в медных трубках при различном содержании алюминия в смеси. Результаты показали, что простые аммоналы, содержащие 2 и 8% алюминия, значительно превосходят стехиометрическую смесь (18%) и обладают практически одинаковой детонационной способностью (критический диаметр детонации и

МИЗ). Такое поведение смесей может быть связано с неполнотой протекания химических реакций в точке Чепмена-Жуге, что является характерным как для

чистого нитрата аммония [5], так и для его для смесей с горючими [6], а также высокой теплопроводностью алюминия непрореагировавшего в этих условиях.

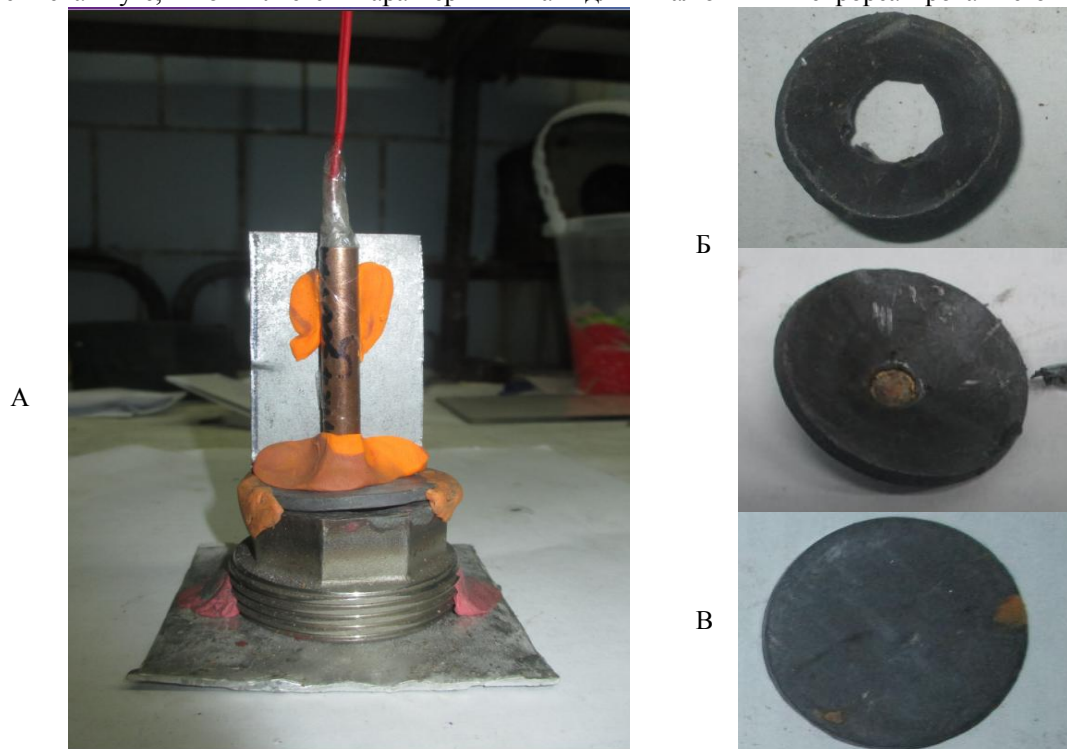


Рис. 1. Сборка для определения минимального инициирующего заряда (А), пластины-свидетели после детонации исследуемого заряда (Б), пластина-свидетель после отказа (В)

Антипов Денис Сергеевич студент группы И-53 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Петрейкин Александр Аркадьевич студент группы И-53 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Кунаков Александр Андреевич студент группы И-63 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Левшенкова Людмила Евгеньевна инженер кафедры химии и технологии органических соединений азота, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Левшенков Антон Игоревич к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических соединений азота, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Беляев А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. М: Наука, 1968, 255 с.
2. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ, Москва, 1960, 595 с.
3. Михеев Д.И., Кузьмин В.В., Черных П.А. Экспериментальное исследование параметров детонации смесей на основе гранулированной аммиачной селитры и алюминия. Успехи в химии и химической технологии, том XXIV, №3, 2010. С. 55-58.
4. Михеев Д.И., Кузьмин В.В., Ковешников И.Б. Экспериментальное исследование параметров детонации простейших аммоналов. Успехи в химии и химической технологии, том XXV, №12, 2011. С. 83-86.
5. Ермолаев Б.С., Хасаинов Б.А., Прель А.Н., Видаль П., Сулимов А.А. Низкоскоростная детонация в нитрате аммония и его смесях. 13-й Всероссийский симпозиум по горению и взрыву, 7–11 февраля 2005, Черногловка, МО, доклад № 155, (электронная версия).
6. Dubnov L.V., Bacharevich N.S., Romanov A.J. Industrial Explosives. Nedra, Moscow, 1988, 358 p.

Antipov Denis Sergeevich, Petreykin Andrey Arkad'evich, Kunakov Alexandr Andreevich, Levshenkova Lyudmila Evgenyevna, Levshenkov Anton Igorevich

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

CAPACITY DETONATION BINARY AMMONAL IN CHARGE OF SMALL DIAMETERS

Abstract. The investigations of the detonation capacity mixtures of ammonium nitrate and aluminum of various compositions in small diameter charges. The critical detonation conditions depending on the strength and thickness of the shell. Determine the minimum initiation charge for mixtures of ammonium nitrate and aluminum with different aluminum content.

Key words: detonation of ammonium nitrate mixed with aluminum, the critical detonation diameter mignimalny initiation charge.

УДК 614.841.125

М. С. Баньковская, С. М. Михайлова, Л. Р. Шарифуллина *

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* alishari@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ДИБУТОКСИМЕТАНА В ПРИСУТСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИМЕСЕЙ

В настоящее время на смену токсичным фреонам, используемым в качестве растворителей для химчисток, приходит новый растворитель на основе дибутоксиметана. Пожарная опасность технологических процессов с использованием дибутоксиметана резко возрастает при наличии примесей в его составе. В работе рассмотрено влияние различных примесей в исходном растворителе, либо образующихся при протекании процесса гидролиза в ходе ведения технологического процесса, на температуру вспышки смеси. Показано, что снижение пожарной опасности достигается при использовании комбинированных составов на основе дибутоксиметана и фреона.

Ключевые слова: температура вспышки; пожарная опасность; промышленные растворители; дибутоксиметан.

Растворители, используемые для химической чистки, обладают серьезными недостатками, что является причиной появления новых составов. Хлоруглеводородные растворители (перхлорэтилен, тетрачлорэтилен) представляют опасность для человека и окружающей среды. Однако многие страны продолжают использовать подобные растворители. Это связано с их высокой эффективностью чистки. Основным параметром оценки моющей способности или растворимости любого растворителя является каурибутанольное число. Чем выше каурибутанольное число, тем выше способность растворителя растворять загрязнения, прежде всего жиромасляные. Самое высокое каурибутанольное число у перхлорэтилена. Однако хлоруглеводороды обладают сильным агрессивным воздействием на очищаемые изделия. Следующим важным аспектом является безопасность при проведении технологического процесса чистки, одним из этапов которого является сушка. На этом этапе решающую роль в обеспечении пожарной безопасности технологического процесса играет температура вспышки растворителя. Хлоруглеводороды являются пожаробезопасными веществами. В то время как углеводородные растворители, в частности дибутоксиметан, имеют температуру вспышки 60-66 °С. На современном этапе вопросы пожаробезопасности решаются за счет совершенствования технологии производства оборудования для химчисток. Однако попадание в растворитель незначительного количества примесей могут изменить температуру вспышки смеси и создать пожароопасную ситуацию.

Температура вспышки является важным параметром, характеризующем уровень пожарной опасности растворителей. Для обеспечения пожарной безопасности химчисток и использования углеводородных соединений необходимо обладать информацией об изменении температуры вспышки при наличии различных примесей, образующихся как при получении углеводородных растворителей, так и в ходе их эксплуатации.

В данной работе исследовалась зависимость изменения температуры вспышки дибутоксиметана при добавлении к нему бутанола и четыреххлористого углеводорода. Исследования проводились по методике ГОСТ 12.1.004-89, в работе использовался прибор ТВ-1 в закрытом тигле. Образцы смешанного в определенной концентрации растворителя и исследуемой примеси помещались в закрытый тигель до определенного уровня, подавали искру и экспериментально устанавливали температуру вспышки. Скорость нагрева бани составляла 1 град/мин. Показания снимали через 1 °С.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение температуры вспышки смеси дибутоксиметана и бутанола

№	Содержание бутанола $C_{\text{бвт}}$, объ.%	$T_{\text{всп}}$
1	5%	50
2	10%	49
3	12%	45
4	15%	40
5	20%	37
6	25%	34
7	30%	28

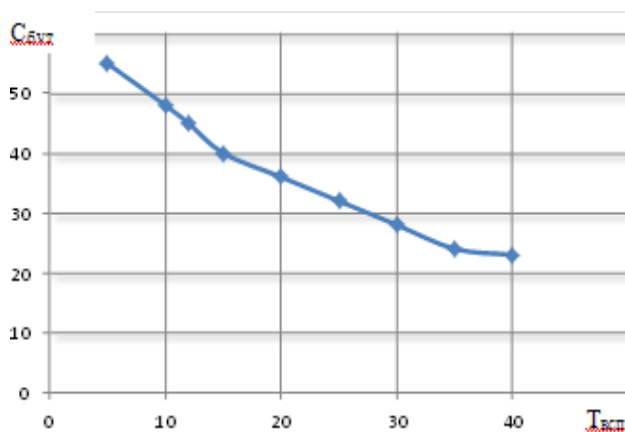


Рис. 1. Зависимость температуры вспышки смеси дибутоксиметан-бутанол от объемной доли бутанола в растворе

Замечено, что с увеличением содержания бутанола, температура вспышки смеси снижается. При этом характер графической зависимости нелинейный. Наблюдается тенденция образования S-образных зависимостей с выходом на плато при концентрациях бутанола свыше 25%. При этом система дибутоксиметан-бутанол становится более пожароопасной, чем исходные индивидуальные компоненты.

Таким образом, незначительное содержание бутанола в смеси существенно снижает температуру вспышки, что может приводить к возникновению пожароопасной ситуации при проведении технологического процесса. При этом можно отметить, что температура вспышки смеси

становится меньше, чем температура вспышки исходных компонентов смеси. Этот факт может быть объяснен образованием азеотропной смеси между бутанолом и дибутоксиметаном.

Для повышения пожарной безопасности можно использовать метод введения в состав флегматизатора, негорючего или трудногорючего компонента. Для химчисток таким флегматизатором могут стать хлоруглеводородные растворители, например четыреххлористый метан. Однако проведенные нами эксперименты показали, что добавление небольшого количества (до 10 объемных процентов) четыреххлористого метана в исходную смесь не привели к существенному повышению температуры вспышки.

Баньковская Мария Сергеевна, студентка 4 курса кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Михайловская Софья Максимовна, магистр 1 года обучения кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Шарифуллина Лилия Ринатовна, к.х.н., доцент кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Баньковская М.А., Михайлова С.М., Шарифуллина Л.Р. Современные растворители как источники пожарной опасности технологических процессов /Предупреждение. Спасение. Помощь: сб. науч. тр. XXVI Международной научно-практической конференции. – Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2016. С. 10-12.
2. Рудаков О.Б., Черепяхин А.М. и др. Температура вспышки бинарных растворителей для жидкостной хроматографии / Конденсированные среды и межфазные границы, 2011, Т.13, №2, с. 191-195

Bankovskaya Maria Sergeevna, Mikhailova, Sofia Maximovna, Sharifullina Liliya Rinatovna.

Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* alishari@yandex.ru

CHANGING FLASHPOINT DIBUTHOXYMETHANE IN THE PRESENCE OF VARIOUS IMPURITIES

Abstract

At the present time to replace toxic freon used as a solvent for dry-cleaners, comes a new solvent-based dibuthoxymethane. Fire hazard processes using dibuthoxymethane increases dramatically in the presence of impurities in its composition. The paper examined the effect of various impurities in the original solvent or formed during the hydrolysis process in the course of the process, at the flash point of the mixture. It has been shown that reducing the fire hazard is achieved by using the combined dibuthoxymethane compositions based and freon.

Keywords: flash point; fire danger; industrial solvents; dibuthoxymethane

УДК 662.352:662.311.11

Ю.С. Березин, В.А. Сизов, А.П. Денисюк*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: denisap@muctr.ru

ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ГОРЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЙ РАСПАД НИЗКОКАЛОРИЙНОГО ПОРОХА

Исследовано влияние фталата никеля-свинца в сочетании с сажей или с углеродными нанотрубками на горение и термический распад низкокалорийного пороха. Показано, что эта комбинированная добавка является высокоэффективным катализатором горения пороха в интервале давления 0,5 - 15 МПа, но не оказывает отрицательного влияния на его термическое разложение в изученном диапазоне температур (130-150°C). На основании этого полагается, что увеличение скорости горения пороха обусловлено влиянием катализатора на экзотермические реакции в зоне каркаса на поверхности горения, а не в конденсированной фазе.

Ключевые слова: низкокалорийный порошок, термический распад, скорость горения, катализ горения.

В работе [1] показано, что фталат никеля-свинца (ФНС) совместно с сажей существенно увеличивает скорость горения низкокалорийного пороха ($Q_{ж} = 2151$ кДж/кг), например при давлении 2 МПа более чем в 4 раза и снижает показатель ν в законе $U = \nu P$. Можно предположить, что такое увеличение скорости горения обусловлено не только за счет их действия на каркасе, но и частично за счет влияния добавок в к-фазе пороха, что в принципе может повлиять на химическую стойкость пороха. Поэтому для оценки возможности практического применения катализаторов необходимо было изучить их влияние на термическое разложение пороха. Кроме того, полученные результаты в определенной степени могут быть использованы для подтверждения или опровержения участия катализаторов в реакциях, происходящих в к-фазе при горении пороха.

Исследования проводили на низкокалорийном порохе (образец 1) состава 57% НЦ (12% N), 18% НГЦ, 16% ДНТ, 6% ДБФ, 2% централита и 1% индустриального масла. Расчетная теплота горения при постоянном объеме ($Q_{ж}$) 2518 кДж/кг.

Использовали ФНС с размером частиц ~ 3 мкм совместно с сажей УМ-76 ($S_{уд} = 76 \text{ м}^2/\text{г}$) (образец 2) или совместно с УНТ марки BayTubes C150P (число стен – 3-15, внешний диаметр 13-16 нм, внутренний диаметр 4 нм) (образец 3) которые, как и сажа, значительно увеличивает влияние ФНС на скорость горения [2]. В этом образце содержание ФНС и УНТ в порохе было увеличено для повышения поверхности контакта пороха с добавками, что могло усилить их влияние на распад пороха.

Катализаторы в сочетании с сажей или с углеродными нанотрубками (УНТ) вводились сверх 100% во влажную пороховую массу перед вальцеванием. Влияние катализаторов оценивали величиной $Z = U_k/U_0$, где U_k и U_0 – скорость горения образца с катализаторами и без него соответственно. Результаты экспериментов представлены на рис. 1, 2.

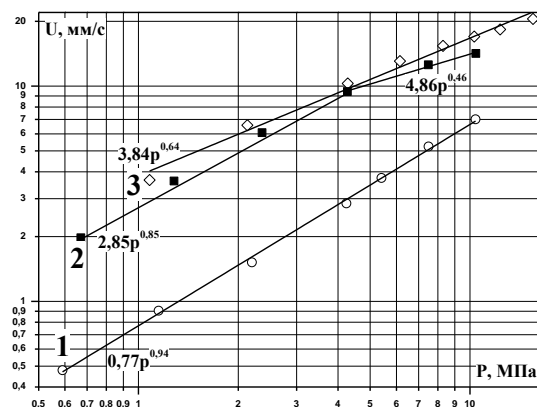


Рис. 1. Зависимость скорости горения от давления пороха К с катализаторами: 1 – без добавок; 2 - 3% ФНС + 1,5% УМ-76; 3 -6% ФНС + 2% УНТ

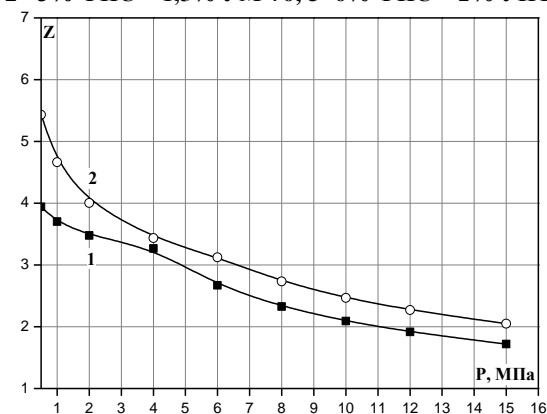


Рис. 2. Зависимость эффективности действия катализаторов от давления при горении низкокалорийного пороха: 1 - 3% ФНС + 1,5% УМ-76; 2 -6% ФНС + 2% УНТ

Из рис.1 видно, что введение 3% ФНС в сочетании с 1,5% сажи УМ-76 приводит к увеличению скорости горения пороха. При этом величина Z падает с ростом давления: так, при давлении 0,5 и 1,2 МПа значение Z равно 4 и ~ 2 соответственно. Увеличение количества катализатора в 2 раза и замена сажи УМ-76 на УНТ привело к росту скорости горения: при давлении 0,5

МПа $Z=5,5$ и при давлении 2 МПа $Z = 2,2$. В результате этого для образцов с катализаторами значительно уменьшилась величина v (рис. 1). Термическое разложение пороха проводили в стеклянных компенсационных манометрах Бурдона для первых двух образцов при температурах 130, 140 и 1500 С, а для третьего - только при 1500 С. Кинетику распада образцов определяли по измерению давления в реакционном сосуде, которое затем пересчитывали в количество газообразных продуктов, приведенных к нормальным условиям,

отнесенных к 1 г образца ($V, \frac{\text{см}^3}{\text{г}}$). Отметим, что газовыделение из образцов пороха после выделения H_2O и паров пластификатора происходит за счет разложения нитроэфиров - НГЦ и НЦ. Действительно, упругость паров ДБФ при температурах опытов составляет 0,7 до 1,26 мм.рт.ст. (расчет проводили по формуле $\lg P = 11,75 - \frac{4871}{T}$ [3]). Упругость паров ДНТ при 100 и 1500С равна 0,62 и 6,38 мм.рт.ст.

соответственно ($\lg P = 8,32 - \frac{3191}{T}$ [4]). Но этот пластификатор энергетически связан с НЦ, поэтому его упругость паров будет значительно меньше. Константа скорости распада ДНТ, рассчитанная по уравнению $K = 1013,35 \exp(-205400/RT)$ [5], на 12 порядков ниже, чем для НЦ и НГЦ.

Из рис. 3 видно, что разложение исходного образца при исследованных температурах происходит с небольшим ускорением. Для образцов с добавками это наблюдается при температурах 130 и 1400С. Поэтому вычисляли скорость разложения (w) при различной степени распада, оцениваемой по количеству выделившихся газообразных продуктов:

при 10, 50, 100 $\text{см}^3/\text{г}$. Объем выделившихся газов приводили к нормальным условиям.

Скорость распада (w) определяли дифференцированием кривой $V(t)$, аппроксимируемой уравнением $V=at^2+bt+c$.

Из таблицы 1 видно, что распад образца без добавок идет с небольшим ускорением, величина которого уменьшается с ростом температуры, как это наблюдается для НЦ [6]. Для образцов с добавками ускорение при 130 и 1400С еще меньше, а при 1500С практически не наблюдается. В результате этого скорость распада образцов с добавками становится несколько (до 20%) меньше, чем образца без них. Это может быть связано с сорбцией газообразных продуктов на саже и УНТ.

Таким образом, полученные результаты показали, что высокоэффективный комбинированный катализатор горения низкокалорийного пороха, состоящий из фталата никеля-свинца в сочетании с сажей или нанотрубками, не оказывает отрицательного влияния на термический распад пороха до значительной степени разложения. Следовательно, увеличение скорости горения пороха катализаторами не связано с их влиянием на термическое разложение пороха в области пониженной температуры, в которой изучается распад применительно к оценке химической стойкости порохов.

Эти результаты подтверждают высказанное ранее положение о том, что увеличение скорости горения пороха обусловлено влиянием катализатора на экзотермические реакции в зоне каркаса на поверхности горения, а не в конденсированной фазе.

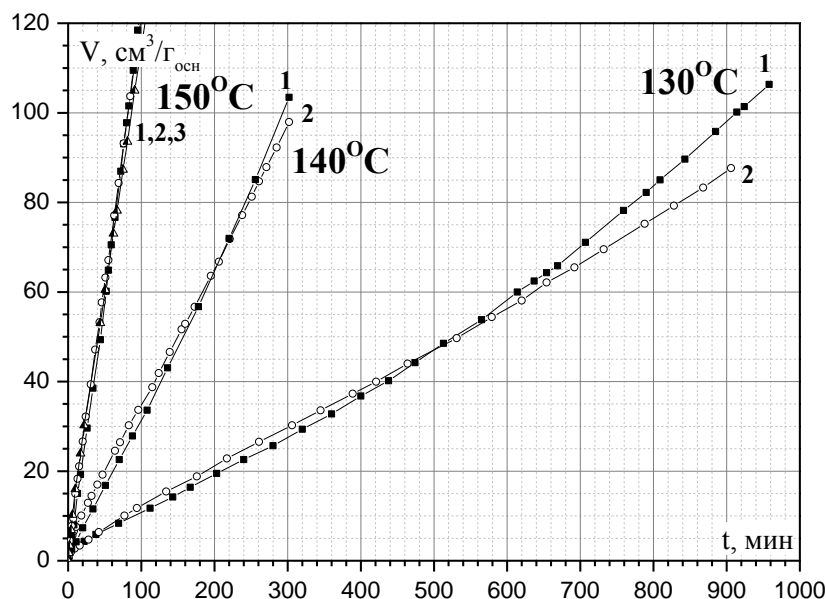


Рис. 3. Влияние катализаторов на термическое разложение пороха К при различных температурах: 1 - без добавок; 2 - 3%ФНС +1,5%УМ-76; 3 - 6%ФНС + 2%УНТ

Таблица 1. Параметры распада порохов при различных температурах

Катализатор	Температура, °С	Скорость разложения, см ³ /Г*мин		V, см ³ /Г _{осн}	w _i /w _{инач}	w _{икат} /w _{ибез}
		w ₀	w ₁			
Без добавок	130	w ₀	0,069	10	1	-
		w ₁	0,11	50	1,61	-
		w ₂	0,15	100	2,15	-
	140	w ₀	0,28	10	1	-
		w ₁	0,34	50	1,20	-
		w ₂	0,39	100	1,41	-
	150	w ₀	1,14	10	1	-
		w ₁	1,23	50	1,08	-
		w ₂	1,34	100	1,18	-
3% ФНС + 1,5% УМ-76	130	w ₀	0,077	10	1	1,12
		w ₁	0,093	50	1,21	0,84
		w ₂	0,11	100	1,43	0,75
	140	w ₀	0,29	10	1	1,03
		w ₁	0,31	50	1,06	0,91
		w ₂	0,33	100	1,12	0,82
	150	w ₀	1,16	10	1	1,01
		w ₁	1,16	50	1	0,94
		w ₂	1,16	100	1	0,86
6% ФНС + 2% УНТ	150	w ₀	1,07	10	1	0,94
		w ₁	1,07	50	1	0,87
		w ₂	1,07	100	1	0,80

Березин Юрий Сергеевич, студент 5 курса инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Сизов Владимир Александрович, аспирант, ведущий инженер кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Денисюк Анатолий Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Сизов В.А., Демидова Л.А., Денисюк А.П. Механизм влияния катализаторов при горении низкокалорийного пороха// Успехи в химии и химической технологии – 2015 – Т.ХХIX. - №8. – С. 16-20.
2. Киричко В.А., Сизов В.А., Денисюк А.П. Влияние углеродных нанотрубок на эффективность действия катализаторов горения низкокалорийного пороха// Статья в этом сборнике Тиниус К. Пластификаторы. - М.: Химия, 1964. - 915с.
3. Збарский В.Л., Жилин В.Ф. Толуол и его нитропроизводные. - М.: Эдиториал УРСС, 2000. - 272 с.
4. Е Зо Тве. Закономерности и механизм горения композиций на основе нитроцеллюлозы: дис. канд. докт. хим. наук - М, 2015. - С.75.
5. Лурье Б.А., Светлов Б.С. О способности нитроцеллюлозсы к самоускоряющемуся разложению//Теория взрывчатых веществ - 1967. - №53. - С. 36-40

Berezin Yury Sergeevich, Sizov Vladimir Aleksandrovich, Denisjuk Anatoliy Petrovich,*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: denisap@muctr.ru

CATALYST INFLUENCE ON THE THERMAL DECOMPOSITION OF LOW-CALORIE PROPELLANT

Abstract

Influence of nickel-lead phthalate (NLP) in combination with soot and carbon nanotubes on the combustion and thermal decomposition of low-calorie propellant was investigated. This combination is a highly effective catalyst for the combustion of propellant in the pressure range of 0,5 - 15 MPa, but has no negative effect on its thermal decomposition. On this basis it is believed that the increase in the rate of combustion of propellant is due to the influence of a catalyst on an exothermic reaction in the area of the carbon frame on the surface of combustion, and not in the condensed phase.

Key words: thermal decomposition, catalysis, burning rate, low-calorie propellant, carbon nanotubes.

УДК 678.046.73

К.Л. Беседнов, А.Н. Бабин*, Т.А. Гребенева*, А.И. Ткачук*, Д.В. Плешаков**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
125047 Москва, Миусская пл., 9, Россия*Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский институт авиационных материалов»
(ФГУП «ВИАМ»), 105005 Москва, ул. Радио, 17, Россия

**e-mail:dmvpl@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРЕНИЯ ПОЛИСУЛЬФОНОВ В ЭПОКСИДНЫХ СМОЛАХ

В работе проведено исследование процесса растворимости полисульфонов в эпоксидных олигомерах. В качестве объектов исследования использовался полисульфон и полиарилсульфоны, а также эпоксидиановые, новолачные и азотсодержащие олигомеры. Методами дифференциальной сканирующей калориметрии и вискозиметрии показано, что процесс растворения полисульфонов протекает в интервале температур 60 – 100°C с образованием гомогенной системы. Показано, что температура и энтальпия данного процесса зависит от химической структуры компонентов.

Ключевые слова: реология, дифференциальная сканирующая калориметрия, полисульфоны, эпоксидные олигомеры

В настоящее время во многих отраслях промышленности применяют полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных связующих, модифицированных термостойкими термопластами [1–4]. Анализ литературы [5–10] показал, что полисульфоны, удается полностью совместить с эпоксидными олигомерами (ЭО) в любых соотношениях при высоких температурах с образованием устойчивой гомогенной смеси [6, 7–9]. Однако в указанных работах отсутствует информация о физико-химических процессах протекающих на стадии совмещения системы полисульфон-ЭО, а также влияния химической природы компонентов на тепловые эффекты реакции растворения полисульфона.

В данной работе приводятся исследования термодинамической совместимости порошков полисульфонов (марки ПСК-1) и полиарилсульфонов (марки ПСФФ-30, ПСФФ-70, ПСФФ-90) с эпоксидными олигомерами различной химической природы методами дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и реологии.

В работе были использованы: - полисульфон марки ПСК-1 и полиарилсульфоны марки ПСФФ-30, ПСФФ-70, ПСФФ-90 производства АО «Институт пластмасс», эпоксидиановый олигомер марки ЭД-20 (ГОСТ 10587–84) производства ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова»; эпоксиноволачный фенолоформальдегидный олигомер марки УП-643 производства ООО «Предприятие ДОРОС», азотсодержащая эпоксидная смола марки ЭМДА (N,N,N'N'-тетраглицидил-4'4-диаминодифенилметан)

производства ООО «Предприятие ДОРОС»; азотсодержащая эпоксидная смола марки ЭХД производства ЗАО «Химэкс Лимитед».

Калориметрические исследования проводились на приборе Mettler Toledo DSC 822°/500. Скорость нагревания 10°C/мин, атмосфера – воздух. Реологические испытания образцов проводили на ротационном реометре AR2000ex фирмы “TA Instrument”. Скорость нагревания 2°C/мин, скорость сдвига – 1 с⁻¹

Для приготовления образцов смеси эпоксидный олигомер–полисульфон в ЭО (75 мас.%) при комнатной температуре и постоянном перемешивании вводили полисульфон (25 мас.%) до образования однородной смеси.

Методом ДСК были проведены исследования процесса совмещения смесей ЭО–полисульфон. При первом сканировании на всех термограммах можно выделить два этапа: расстеклование ЭО и процесс растворения полисульфона, сопровождающийся экзотермическим пиком ($T_p = 79,1-97,0$; $\Delta H_p = 3,3-7,9$ Дж/г) (таблица). Повторное сканирование показывает отсутствие экзотермических тепловых эффектов и процесс расстеклования истинного раствора полисульфона в ЭО, при температуре отличающийся от температуры стеклования чистого ЭО. Например, температура стеклования смеси ЭД-20/ПСФФ-30 составляет 3,31°C, в то время как температура стеклования ЭД-20 равна –14,10°C (рис. 1).

Таблица. Характеристики термограмм полученных с помощью метода ДСК

Система	T_p , °C	ΔH_p , Дж/г	Система	T_p , °C	ΔH_p , Дж/г
ПСК-1/ЭД-20	79,4	5,5	ПСФФ-30/ЭМДА	93,2	3,7
ПСФФ-30/ЭД-20	88,7	6,1	ПСК-1/ЭХД	84,9	3,7
ПСФФ-70/ЭД-20	90,5	7,4	ПСФФ-30/ЭХД	90,9	4,6
ПСФФ-90/ЭД-20	97,0	7,9	ПСК-1/УП-643	74,7	5,0
ПСК-1/ЭМДА	86,4	3,3	ПСФФ-30/УП-643	79,1	6,4

Как видно из таблицы использование полиарилсульфонов марок ПСФФ-30, ПСФФ-70, ПСФФ-90 с различным содержанием кардовых групп приводит к ожидаемому увеличению температуры и теплового эффекта процесса растворения полисульфона. При этом системы ЭД-20/термопласт характеризуются более высокими значениями экзотермических тепловых эффектов. Для азотсодержащих ЭО наблюдаются пониженные показатели энтальпии, причем для галогенсодержащего олигомера значение теплового эффекта выше на 20-30 % в зависимости от марки используемого термопласта. В смесях полисульфон – новолачный ЭО, несмотря на высокую исходную вязкость олигомера, наблюдаемая температура пика растворения ниже, чем у эпоксидиановых и азотсодержащих олигомеров. Корректная интерпретация этого факта требует проведения дополнительных исследований.

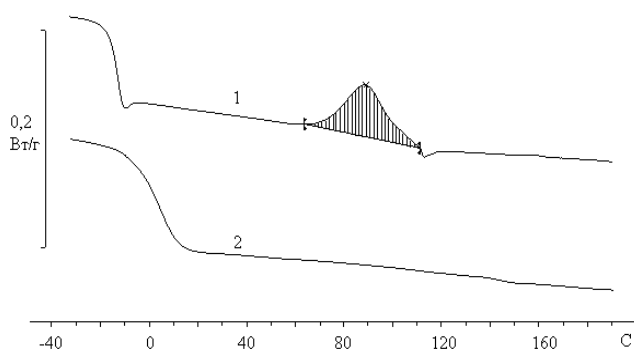


Рис. 1. Диаграмма ДСК системы полиарилсульфон ПСФФ-30/ЭД-20: 1-первичное сканирование системы; 2 – повторное сканирование. Скорость нагревания 10°C/мин, атмосфера – воздух.

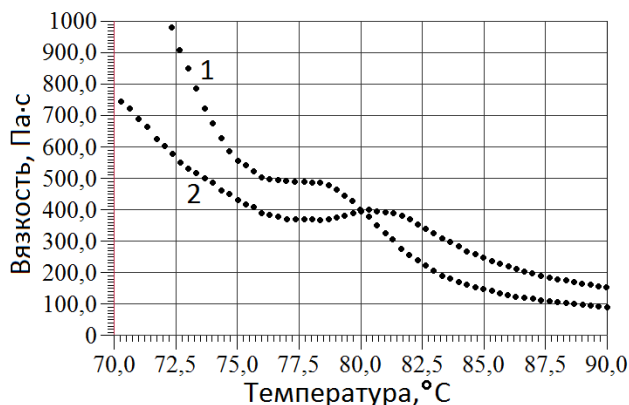


Рис. 2. Реокинетические кривые смеси УП643/ПСК-1 (1) и УП643/ПСФФ-30 (2) при нагревании со скоростью 2 °C/мин, скорость сдвига – 1 с⁻¹

В работе было установлено, что реокинетические кривые данных систем имеют схожий характер (рис. 2). Вязкость стабильной полимерной системы должна уменьшаться с ростом температуры, однако все композиции имеют на кривых максимум в интервале температур 60–100 °С, что подтверждает процесс растворения полисульфона в ЭО. Например, для смеси УП643/ПСК-1 и (ПСФФ-30) максимум на реокинетических кривых (рис. 2) приходится на температуры 77 и 82 °С соответственно. Эти результаты хорошо коррелируют с данными полученными методом ДСК (табл. 1). При этом вязкость, температура и тепловой эффект растворения в эпоксиноволачном олигомере полисульфона ПСК-1 ниже, чем у полиарилсульфона ПСФФ-30 содержащего кардовые группы.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что температура и тепловой эффект процесса растворения полисульфонов в эпоксидных олигомерах в первую очередь зависит от химической природы компонентов. Процесс растворения полисульфонов протекает в интервале температур 60–100 °С с образованием гомогенной системы. Увеличение содержания кардовых групп приводит к повышению теплового эффекта и температуры процесса растворения полиарилсульфонов. При этом экспериментальные значения температуры растворения, полученные с помощью метода дифференциальной сканирующей калориметрии и реологических измерений хорошо коррелируют друг с другом.

Работа выполнена в рамках реализации комплексного направления 15: Наноструктурированные, аморфные материалы и покрытия (Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года) [1, 2].

Беседнов Кирилл Леонидович, студент группы И-55 РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Бабин Анатолий Николаевич, начальник лаборатории, Всероссийский институт авиационных материалов, Россия, Москва

Гребенева Татьяна Анатольевна, к.х.н., начальник сектора, Всероссийский институт авиационных материалов, Россия, Москва.

Ткачук Анатолий Иванович, к.х.н., с.н.с., Всероссийский институт авиационных материалов, Россия, Москва

Плешаков Дмитрий Викторович, к.х.н., доцент кафедры ХТВМС, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва 89265255963

Литература

1. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии. – 2015. – №1. – С. 3-33.
2. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // Авиационные материалы и технологии. – 2012. – №5. – С. 7-17.
3. Каблов Е.Н., Щетанов Б.В., Ивахненко Ю.А., Балинова Ю.А. Перспективные армирующие высокотемпературные волокна для металлических и керамических композиционных материалов // Труды ВИАМ. – 2013. – №2. – Ст. 05. URL:<http://www.viam-works.ru>.
4. Григорьев М.М., Хрульков А.В., Гуревич Я.М., Панина Н.Н. Изготовление стеклопластиковых обшивок методом вакуумной инфузии с использованием эпоксиангидридного связующего и полупроницаемой мембраны // Труды ВИАМ. – 2014. – №2. – Ст. 04. URL:<http://www.viam-works.ru>.
5. Бабин А.Н. Связующие для полимерных композиционных материалов нового поколения // Труды ВИАМ. – 2013. – № 4. – С.11-24.
6. Железняк В.Г., Чурсова Л.В. Модификация связующих и матриц на их основе с целью повышения вязкости разрушения // Авиационные материалы и технологии. – 2014. – №1. – С. 47-50.
7. Бабин А.Н., Гусева М.А. Реологический метод исследования растворимости компонентов в полимерных композициях // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2010. – №4. – С. 17–20.
8. Tang X., Zhang L., Wang T., Yu Y., Gan W., Li S. Hydrodynamic effect on secondary phase separation in an epoxy resin modified with polyethersulfone // Macromol. Rapid. Commun. – 2004. – V.25. – №.15. – P.1419-1424.
9. Yu Y., Gan W., Li S. Phase separation and rheological behavior in thermoplastic modified epoxy systems // Colloid Polym. Sci. – 2006. – V.284. – №.10. – P.1185-1190.
10. Jin F.L., Park S.J. Improvement in fracture behaviors of epoxy resins toughened with sulfonated poly(ether sulfone) // Polym. Degrad. Stab. – 2007. – V.92. – №.3. – P.509-514.

Kirill L. Besednov, Anatoliy N. Babin, Tatyana A. Grebeneva*, Anatoliy I. Tkachuk*,
Dmitriy V. Pleshakov***

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, 125047 Moscow, Miusskaya sq., 9, Russia

*Federal state unitary enterprise «All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials», 105005 Moscow, ul. Radio, 17, Russia

e-mail: dmvpl@mail**, atkaxuk@mail.ru*

DISSOLUTION OF POLYSULFONES IN EPOXY RESINS

Abstract

Here, we have studied the solubility of polysulfone thermoplastics in epoxy resins. Such systems are used as binder of composites. We chose to study dichlorodiphenylsulfone and diphenylolpropane copolymer; dichlorodiphenylsulfone, diphenylolpropane, and phenolphthalein copolymers; epoxydianic resin, novolac resins and nitrogen containing epoxy resins. The temperatures and enthalpies of solution of polysulfones in epoxy resins have been determined by differential scanning calorimetry and viscometry. The dissolution temperatures are in the range from 60 to 100°C; the enthalpies of solution have values in the range from 3,3 to 7,9 J/g. The chemical structure of components is the key factor affecting the temperatures and enthalpies of solution of polysulfones in epoxy resins. The values of dissolution temperatures obtained by differential scanning calorimetry correlate with those derived from rheological measurements. Our results can serve to develop methods for the determination of dissolution temperatures of thermoplastics in epoxy resins and to optimize composite technologies.

Key words: rheological properties, differential scanning calorimetry, polysulfones, epoxy resins.

УДК 544.452

В. П. Синдицкий, А.Н. Чёрный, С.Х. Чжо, Р.С. Бобылёв

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1

ГОРЕНИЕ СМЕСЕЙ ПЕРХЛОРАТА АММОНИЯ С ВЫСОКОКАЛОРИЙНЫМИ ГОРЮЧИМИ

Исследованы закономерности горения смесей перхлората аммония (ПХА) с высококалорийными горючими алюминием, бором и карбидом бора. Показано, что добавки алюминия до содержания 40% не увеличивают скорость горения ПХА. В противоположность алюминию, добавки бора при всех исследованных содержаниях (5-30%) значительно повышают скорость горения ПХА, в то время как карбид бора в малых количествах (5%) снижает скорость горения ПХА, а при содержании 13-30% ведет себя подобно бору, но с меньшей эффективностью. Предложен механизм горения смесей.

Ключевые слова: горение, перхлорат аммония, высококалорийное горючее, алюминий, бор, карбид бора

На протяжении последних 60 лет перхлорат аммония (ПХА) применяется как основной окислитель в смесевых твердых ракетных топливах (ТРТ). Для повышения энергетических характеристик ТРТ в их состав вводятся различные высококалорийные горючие. Наиболее эффективными среди них являются бор и алюминий. Топлива, содержащие порошки алюминия разрабатываются достаточно давно, чего нельзя сказать о борсодержащих составах. Добавка бора к топливам на основе перхлората аммония и полибутадиенового полимера НТРВ повышает скорость горения значительно сильнее, чем добавки алюминия [1]. В целом, в литературе представлены достаточно скудные экспериментальные данные по влиянию бора на баллистические характеристики ТРТ, о горении композиций с производными бора, такими как карбид и нитрид, неизвестно ничего. Между тем эти соединения могут промежуточно образовываться в процессе горения топлив, содержащих бор [2]. Целью настоящей работы является исследование закономерностей горения бинарных смесей ПХА с высококалорийными горючими алюминием, бором и его соединениями.

В работе использовались порошковый алюминий марки АСД-6 со средним размером частиц 4 мкм, ПХА фракцию 7-11 мкм, размер частиц бора и карбида бора составлял 1-4 мкм. Образцы для исследования горения готовились прессованием измельченного и хорошо перемешанного вещества в плексигласовые трубки внутренним диаметром 4 мм при давлении прессования 200 МПа. Плотность зарядов составляла в среднем 0.85 от максимальной теоретической плотности. Эксперименты по измерению скорости горения проводили в бомбе постоянного давления БПД-360 объемом 1.5 литра в интервале давлений 0.1-15 МПа. Давление создавалось азотом. Помещенный в бомбу заряд воспламенялся витой спиралью.

Термодинамические расчеты проводились с помощью программы REAL [3].

Прежде всего, рассмотрим влияние соотношения горючего и окислителя (коэффициент избытка окислителя α) на температуру горения. Согласно расчетам максимальная температура горения смесей с бором (3690 К) реализуется для состава 15% бора и 85% ПХА, что близко к стехиометрии (13.3% В) (Рис. 1). Смесей с карбидом бора имеют более низкие

температуры. Максимальная температура горения также достигается для смеси (15% В₄С), близкой к стехиометрии (12.8% В₄С). Для смесей с алюминием максимальная температура горения (4500 К) почти на 1000 К выше, чем для смесей с бором. Примечательно, что этот максимум значительно смещен в область избытка горючего: 40% Al по сравнению с 29% Al для стехиометрической смеси.

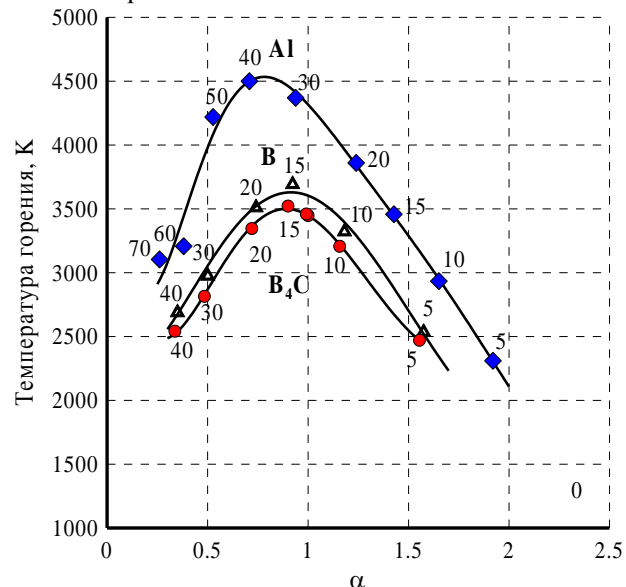


Рис.1. Зависимость адиабатической температуры горения от содержания горючего для смесей ПХА-В, ПХА-В₄С и ПХА-Al.

Добавление 10-30% алюминия к ПХА увеличивает температуру горения в 2 и более раза, о чем свидетельствует яркость свечения при горении. Однако при всех исследованных давлениях наблюдается колебания и пульсации газового пламени, указывающие на наличие неустойчивости. Процесс горения представляет из себя чередование воспламенения и погасания алюминия. В отличие от чистого ПХА, смеси с 10% Al начинают гореть уже с 6 атм. Однако, дальнейшее увеличение содержания алюминия приводит к закономерному повышению давления нижнего предела горения. Так, смесь с 40%Al устойчиво горит с 60 атм. Поразительно, что добавка высококалорийного горючего, значительно увеличивая температуру горения смеси, негативно сказывается на скорости горения (Рис. 2). Зависимость скорости горения смесей от давления имеет два участка. Смесей,

содержащие 10-30 %Al, в области низких давлений (до 50 атм) горят с близкими скоростями с показателем в законе горения, подобно показателю в законе горения чистого ПХА. Скорость горения на этом участке ~ в 2 раза меньше скорости горения ПХА [4]. На следующем участке скорость горения с давлением начинает расти быстрее ($\nu > 1$), приближаясь на высоких давлениях к скорости горения ПХА. Смесь с 40%Al устойчиво горит только на втором участке, причем со скоростями сопоставимыми со скоростью чистого ПХА.

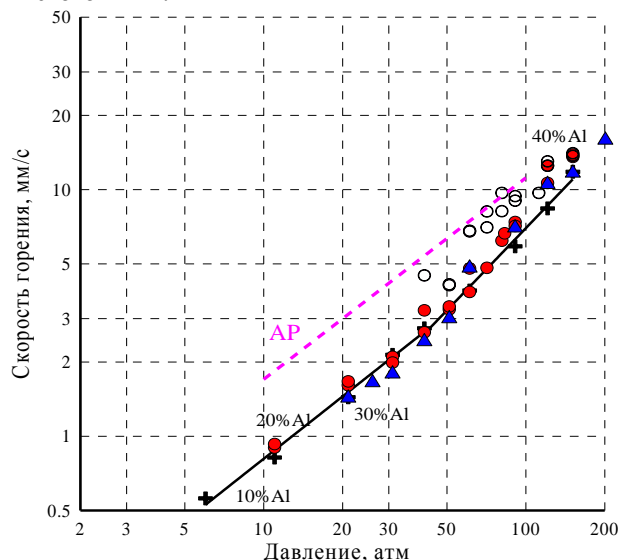


Рис.2. Зависимость скорости горения от давления для смесей ПХА-Al (АСД-6) в сравнении с ПХА [4].

В противоположность алюминию, добавки бора при всех исследованных соотношениях значительно повышают скорость горения ПХА (Рис.3).

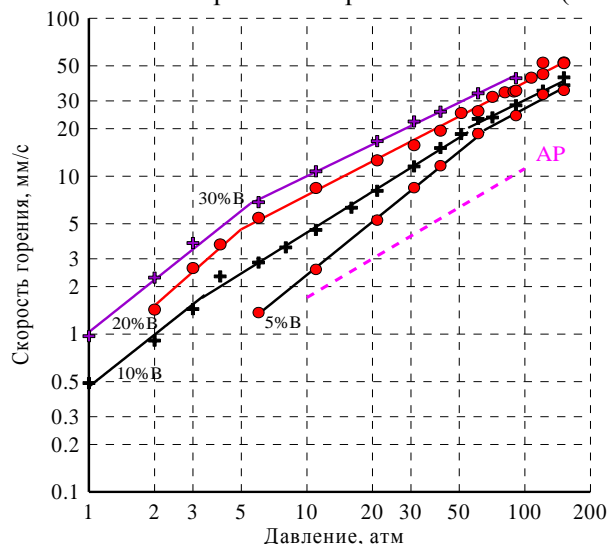


Рис.3. Зависимость скорости горения от давления для смесей ПХА-B в сравнении с ПХА [4].

Композиции с бором устойчиво горят во всем исследованном диапазоне давлений. Пламя окрашено в зеленый цвет. Смесь, содержащая 5% бора, начинает гореть с 6 атм. Увеличение содержания бора приводит к дальнейшему снижению давления нижнего предела горения смесей. Зависимости скорости горения смесей также состоят из нескольких участков. При малом содержании бора (5 и 10%) участки при низких давлениях демонстрируют переходной характер и имеют повышенный показатель в законе горения.

Участки при высоких давлениях имеют показатель в законе горения, близкий к показателю горения чистого ПХА, хотя скорость горения возросла более чем в 2 раза. В случае содержания 20 и 30% бора верхний участок распространяется до давления 5 атм.

Закономерности горения смесей на основе карбида бора похожи на закономерности горения смесей с бором, однако наблюдаются и значительные отличия (Рис.4). В первую очередь, необходимо отметить, что добавка 5% В4С снижает скорость горения ПХА во всем исследованном интервале давлений, однако при этом значительно снижает давление нижнего предела горения. Добавки 13-30% В4С увеличивают скорость горения смесей подобно добавкам бора, хотя эффективность их слегка ниже. Важной особенностью горения смесей на основе 13-30% карбида бора является то, что основной участок зависимости скорости горения от давления с показателем в законе горения близким к показателю перхлората аммония имеет излом при давлениях 50-60 атм. Пламя смесей с В4С также окрашено в зеленый цвет, однако при высоких давлениях в окраске пламени появляются красные тона.

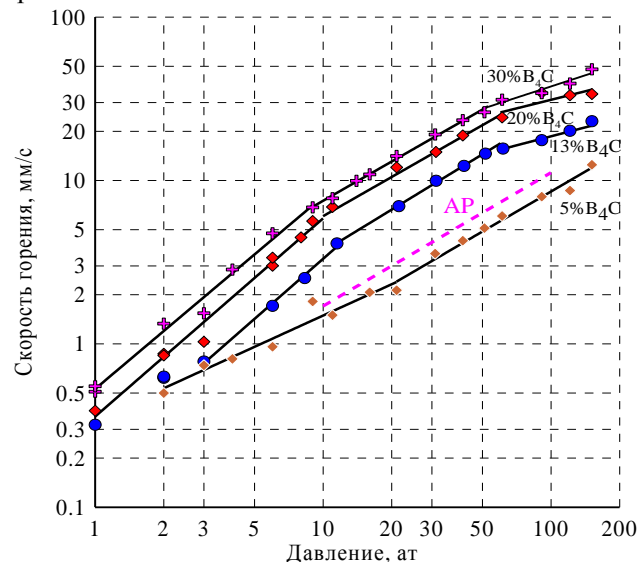


Рис.4. Зависимость скорости горения от давления для смесей ПХА-B4C в сравнении с ПХА [4].

Тот факт, что смеси с содержанием Al до 30 % горят существенно медленнее, чем чистый ПХА указывает на отсутствие взаимодействия его с ПХА в зоне влияния. Как известно [5], горение ПХА контролируется реакцией его распада при температуре его поверхности. Если металл не реагирует в этой зоне, то поскольку на его прогрев и плавление необходимы затраты тепла, горение таких смесей можно трактовать как горение ПХА с добавками «разбавителя». Действительно, наблюдаемые закономерности горения описываются с помощью к-фазной модели Я.Б. Зельдовича [6]. Для расчета принимались следующие значения основных теплофизических параметров ПХА ($c_p = 0.365$ кал/г·К, $\Delta H_{пл} = 60$ кал/г) и алюминия ($c_p = 0.245$ кал/г·К, $\Delta H_{пл} = 96.3$ кал/г). Температура поверхности принималась равной температуре диссоциации ПХА согласно уравнению $\lg P(\text{мм рт. ст.}) = -6283.7/T + 10.56$ [7], а

кинетические параметры распада ПХА были взяты из работы [5].

Алюминий реагирует с продуктами разложения/испарения ПХА в газовой зоне вдали от поверхности горения. С повышением давления газовая зона приближается к поверхности горения и тепловой поток начинает поступать в конденсированную фазу. В результате скорость горения смеси начинает отклоняться от к-фазной модели горения. Горение таких композиций описывается моделью Мержанова-Дубовицкого [8]. При 40% содержании алюминия тепловой поток из газовой фазы при высоких давлениях компенсирует потери на прогрев и плавления металла, в результате смесь горит со скоростью близкой к скорости горения ПХА. В пользу предлагаемого механизма горения говорит очень высокий нижний предел горения этой смеси: в области низких давлений теплоприход из газовой фазы мал, а потери на прогрев инертной добавки велики.

Очевидно, что основным механизмом влияния бора в бинарных композициях с ПХА также является увеличение теплоприхода из газовой фазы. Расчет показывает, что горение стехиометрической композиции описывается моделью Мержанова-Дубовицкого в предположении поступления 200 кал/г тепловой энергии из газовой фазы, что вполне реально.

Карбид бора термостойкое вещество, его окисление на воздухе начинается при температурах свыше 600°C. Это приводит к тому, что В4С начинает окисляться в волне горения на большем расстоянии от поверхности, чем бор. В результате тепловой поток от 5% добавки В4С не компенсирует потери на прогрев добавки в конденсированной фазе. Однако, при большем содержании добавки поведение смесей с В4С подобно поведению смесей с бором. Отличие заключается лишь в появлении излома на зависимостях скорости горения от давления для смесей с В4С в области 60 атм и снижению темпа роста скорости с давлением. Поскольку В4С реагирует в газовой фазе, изменение в законе горения указывает на падение теплового потока из газовой фазы. Падение теплового потока может быть связано с изменением химизма реакций в волне горения. Карбид бора эндотермически разлагается при температурах более 2450 °С. Очевидно, что эта реакция более медленная, чем реакция окисления В4С. Однако можно предположить, что при высоких давлениях, когда коэффициент диффузии уменьшается [9] и окислительная зона вокруг частицы ПХА сужается, реакция разложения В4С идет наряду с реакцией окисления В4С, снижая тепловой поток в к-фазу.

Синдицкий Валерий Петрович д.х.н., декан ИХТ факультета, заведующий кафедрой химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

Черный Антон Николаевич к.т.н., ведущий инженер кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

Бобылёв Роман Сергеевич студент V курса кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

Чжоу Свар Хтет магистр кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

Литература

1. Kubota N. Propellants and Explosives. Thermochemical Aspects of Combustion. – 2007. – WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim. –530P.
2. Liu L.-L., He G.-Q., Wang Y.-H. and Hu S.-Q. Chemical analysis of primary combustion products of boron-based fuel-rich propellants // RSC Adv.- 2015ю- Vol.5,- PP.101416-101426.
3. Belov G.B. Thermodynamic Analysis of Combustion Products at High Temperature and Pressure // Propellants, Explosives, Pyrotechnics. – 1998. – Vol.23. – P. 86 – 89.
4. Глазкова А. П. Катализ горения взрывчатых веществ. М.: Наука. – 1976. – 264с.
5. Синдицкий В.П., Егоршев В.Ю., Серушкин В.В., Филатов С.А. Горение энергетических материалов с ведущей реакцией в конденсированной фазе // Физика горения и взрыва. – 2011. – Т. 48. – № 1. – С.89-109.
6. Зельдович Я.Б. Теория горения порохов и взрывчатых веществ // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1942. – Т. 12. – №11-12. – С.498-524.
7. Inami S.E., Rosser W.A. and Wise B. Dissociation pressure of ammonium perchlorate // J. Phys. Chem. – 1963. – Vol. 67. – №5. – P. 1077-1079.
8. Мержанов А.Г., Дубовицкий Ф. И. К теории стационарного горения пороха // ДАН, -1959,-т. 129. –С. 153-156.
9. Франк-Каменецкий Д. А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике.- М.: Наука, 1987 (3-е изд.).-502 с.

Sinditskii Valery Petrovich, Chernyi Anton Nikolaevich, Kyaw Swar Htet, Bobylev Roman Sergeevich.
D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

COMBUSTION OF THE MIXTURE OF AMMONIUM PERCHLORATE WITH HIGH-CALORIFIC FUELS

Abstract. The combustion behaviors of ammonium perchlorate (AP) mixtures with a high-calorific fuels aluminum, boron and boron carbide have been studied. It is shown that the additives of aluminum up to 40% content do not increase the burning rate of AP. In contrast to aluminum, boron, taking in amounts 5-30%, significantly increases the burning rate of AP. The boron carbide taking in small amounts (5%) reduces the AP burning rate, while 13-30% of B₄C behaves like boron, but with less efficiency. The combustion mechanism of mixtures was proposed.

Key words: combustion, ammonium perchlorate, high-energy fuel, aluminum, boron, boron carbide.

УДК 615.011

Г. Г. Гаджиев, А. Я. Васин*, А. А. Матвеев

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* vasin-aj@mail.ru

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К УДАРУ ЛЮМИНОЛА, ЕГО НИТРОПРОИЗВОДНЫХ И ПАРАДИНИТРОЗОБЕНЗОЛА

С использованием метода критических давлений определено, что исследуемые вещества обладают чувствительностью к удару. Установленные значения критических давлений оказались на одном уровне с известными твердыми взрывчатыми веществами. По данным наблюдений высказано предположение о наибольшей опасности натриевой соли 5-нитро-2,3-дигидрофталазин-1,4-диона и 1,4-динитрозобензола.

Ключевые слова: чувствительность к удару, метод критических давлений, нитросоединения, нитрозосоединения, критическая толщина, средняя прочность образцов.

Пожаровзрывоопасные свойства 1,4-динитрозобензола (ПДНБ), 5-амино-2,3-дигидрофталазин-1,4-диона (люминола), 5-нитро-2,3-дигидрофталазин-1,4-диона (НДФД) и его натриевой соли (Na-НДФД) были подробно изучены по методикам ГОСТ 12.1.044, а также с помощью ДТА и ДСК [1-2]. Сделан вывод о том, что все вещества, кроме люминола, являются склонными к взрывчатому превращению, а наиболее опасным является Na-НДФД. ПДНБ используется в качестве вулканизирующего агента для полимерных материалов, а люминол - как лекарственный препарат, хемилюминесцентный индикатор и применяется в органическом синтезе и биохимии.

Для обеспечения безопасности производства и использования данных соединений необходимо также обладать информацией об их чувствительности к механическим воздействиям. В данной работе исследовалась чувствительность веществ к механическому удару. Испытания проводились по аналогии с лабораторными определениями чувствительности твердых взрывчатых веществ (ТВВ) к удару - с использованием метода критических давлений (КД) [3]. В соответствии с этим методом из исходного вещества под давлением 0,3 ГПа прессовались исследуемые образцы в виде дисков диаметром $2R=10$ мм с различной толщиной h_0 от 0,1 до 1,5 мм. В качестве ударного инструмента применялся вертикальный копер с грузом массой 10 кг. Высота сбрасывания груза - 40 см. Спрессованные образцы помещались в зазор между торцами двух стальных цилиндрических роликов диаметром 10 мм (безмуфтовый вариант испытательного прибора со свободным истечением вещества). Снаряженная роликовая сборка вместе с тензодатчиком давления на третьем ролике, соосном с двумя другими, устанавливалась в основание копра. Механическая жесткость копровой системы нагружения составляла 0,33 МН/мм. Давление удара и сигнал от фотоприемника (германиевый фотодиод ФД-10Г с областью спектральной чувствительности 0,5-1,75 мкм) о моменте возникновения взрыва в образце одновременно регистрировались на двухканальном осциллографе PCS 500 с полосой пропускания 50

МГц и далее обрабатывались на персональном компьютере.

Проведенные эксперименты показали, что исследованные образцы чувствительны к удару. Для всех четырех веществ удары сопровождались звуковыми эффектами, иногда достаточно сильными, появлением запаха, а также вспышками света, зафиксированными фотодиодом. В результате осмотра контактных поверхностей роликов после удара, установлено, что наибольшее почернение, выгорание и выброс вещества из-под роликов характерны для Na-НДФД и ПДНБ. В результате взрыва НДФД оставалась часть не изменившего цвет вещества с небольшой долей почернения. У люминола изменения цвета не наблюдалось вообще, а также, стоит заметить, была наименьшая интенсивность вспышек света.

На рис. 1 представлена типичная осциллограмма давления удара (нижний луч) и сигнала фотодиода, для удара без взрыва, а так же вид роликов с веществом после удара. На рис. 2 изображена типичная осциллограмма для удара с характерными деталями процесса возбуждения взрыва при первом разрушении (сколе) образца.

На рис. 2 видно, что с начала удара наблюдается линейный во времени рост давления в течение ~ 100 мкс, продолжающийся до момента резкого спада при $P_0 \sim 1,2$ ГПа, с которого начинается разрушение образца. К концу разрушения, продолжающегося в течение ~ 10 мкс, давление снижается примерно в два раза. Разрушению образца сопутствует сильный сигнал с фотодиода и звуковой эффект от взрыва.

С использованием гиперболической связи $P_0(h_0)$ в виде $P_0 = \sigma_0(1 + 0,385R/h_0)$, определялась средняя прочность образцов на сжатие при ударе $\sigma_{пр}$. Согласно методу КД строились зависимости давления разрушения P_0 от толщины зарядов h_0 ($P_0 = \sigma_{пр}(1 + 0,385R/h_0)$). Точки на графиках $P_0(h_0)$, в которых наблюдаются переходы от разрушений со взрывом при первом сколе, к разрушениям со взрывом при последующих сколах или к простым разрушениям, называются критическими ($h_{кр}$, $P_{кр}$). Данные зависимости для исследованных образцов представлены на рис. 3 (черные точки - взрывы при первом сколе, синие точки - взрывы при втором и последующих сколах, светлые точки - отказы).

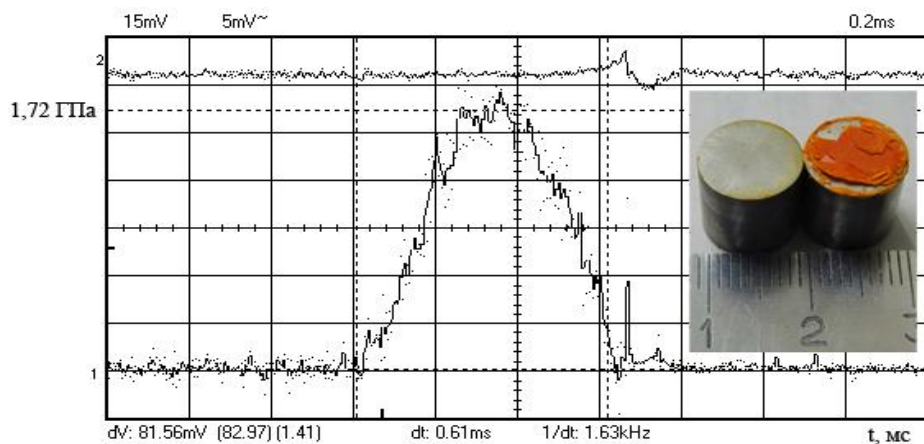


Рис. 1. Осциллограмма давления удара Na-НДФД, $m = 15$ мг, $h_0 = 0,13$ мм и вид роликов после удара

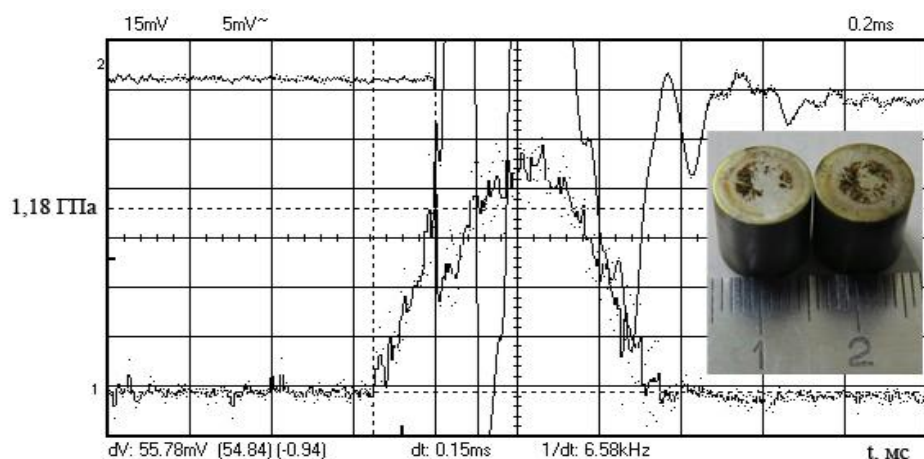


Рис. 2. Осциллограмма давления удара Na-НДФД, $E = 39$ Дж, $m = 25$ мг, $h_0 = 0,20$ мм и вид роликов после удара

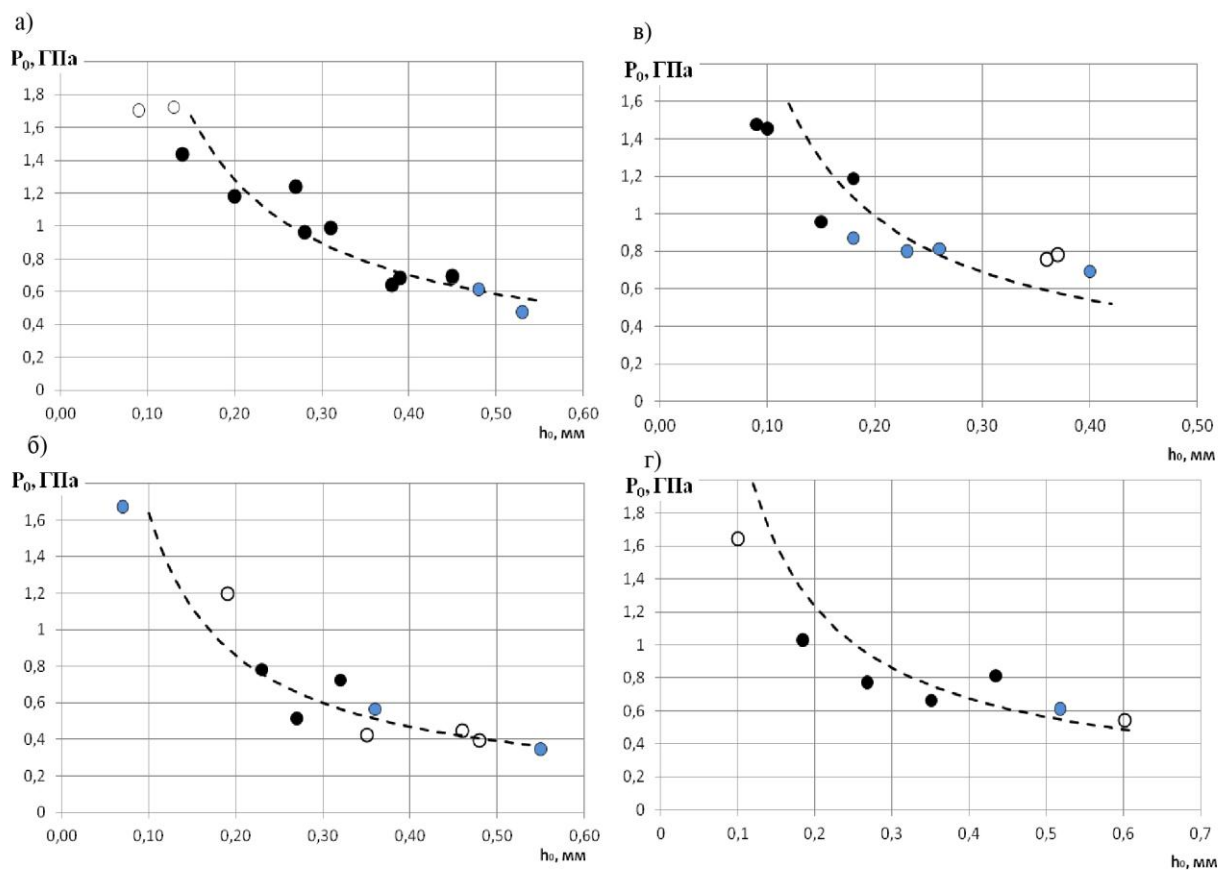


Рис. 3. Зависимости давлений разрушения образцов от h_0 : а) Na-НДФД, б) НДФД, в) ПДНБ, г) люминол.

Критические параметры инициирования исследованных веществ, а также известных ТВВ [3] представлены в таблице 1.

Таблица 1. Критические параметры инициирования исследованных веществ и известных ТВВ

№	Вещество	$\sigma_{пр}$, МПа	$P_{кр}$, ГПа	$h_{кр}$, мм
1	Na-НДФД	121	0,64	0,45
2	НДФД	81	0,55	0,34
3	ПДНБ	93	1,09	0,18
4	Люминол	116	0,58	0,48
5	Тэн	-	0,49	0,27
6	Октоген	-	0,64	0,45
7	Гексоген	-	0,7	0,25
8	Тетрил	-	0,84	0,12
9	Тротил	-	1,2	0,08

Замечено, что с уменьшением $P_{кр}$ возрастает в среднем уровень чувствительности ТВВ к удару. Полученные данные свидетельствуют о том, что исследованные вещества по чувствительности к удару располагаются в одном ряду с мощными ТВВ.

Их чувствительность можно объяснить возникновением тепловых вспышек, возникающих вследствие быстрой (в течение ~ 10 мкс) накачки энергии из копровой системы нагружения в разрушающиеся образцы. Из-за действия сил инерции эта энергия сначала аккумулируется в образце, стимулируя протекание в нем физических или химических превращений, а затем расходуется на радиальный разброс продуктов разрушения, а также газовых и конденсированных продуктов реакции.

По данным наблюдений, можно предположить, что в результате удара наиболее интенсивно разлагаются Na-НДФД и ПДНБ, что повышает опасность данных соединений, по сравнению с НДФД и люминолом.

Стоит отметить, что на основании данного исследования и предыдущих работ [1-2] к процессам получения и переработки Na-НДФД и ПДНБ необходимо применять повышенные требования безопасности, исключающие возможность достижения критических параметров.

Гаджиев Гарун Гамзатович, ведущий инженер кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Васин Алексей Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Матвеев Алексей Анатольевич, аспирант кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Гаджиев Г.Г., Васин А.Я., Аносова Е.Б. Влияние эксплозифорных группировок на пожаровзрывоопасность органических соединений / Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том XXVIII, № 2 (151) – М.: РХТУ, 2014, с. 53-56.
2. Аносова Е. Б., Васин А.Я., Ляшенко С.М., Маринина Л.К., Гаджиев Г.Г. Термическая устойчивость и пожаровзрывоопасность продуктов и полупродуктов синтеза лекарственных препаратов / Пожарная безопасность, 2016, № 1, с. 163-168.
3. Дубовик А.В. Чувствительность твердых взрывчатых систем к удару. М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. 276 с.

Gadzhiev Garun Gamzatovich, Vasin Alexey Yakovlevich, Raikova Vlada Miroslavovna, Matveev Alexey Anatol'evich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* vasin-aj@mail.ru

SENSITIVITY TO IMPACT of PARANITROSOBENZENE, LUMINOL AND LUMINOL'S NITRO-DERIVATIVES

Abstract

Using the method of critical pressures it was determined that investigated substances have sensitivity to impact. The established values of critical pressures were level with the known solid explosives substances. According to experiments it is suggested about the greatest danger of sodium salt of 5-nitro-2,3-dihydrophthalazine-1,4-dione and 1,4-dinitrosobenzene.

Key words: sensitivity to impact, method of critical pressures, nitro compounds, nitroso-compounds, critical layer, average hardness of samples.

УДК 35.11(075.8)

А.С. Гармашов*, Д.Г. Терпугов, Н.И. Акинин

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

*e-mail: aleksey.garmashov@gmail.com

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА УЛАВЛИВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ.

Парниковый эффект – неблагоприятное явление сдерживания тепла Земли. Парниковые газы – основные составляющие парникового эффекта. Они состоят из: CO₂ (диоксид углерода), SO₂ (диоксид серы), оксидов азота NO_x, CH₄ (метана), фреонов и других.[1] Механизм воздействия парникового эффекта в увеличении степени влияния глобального потепления достаточно прост: увеличение концентрации, перечисленных выше газов, приводит к образованию парникового эффекта в верхних слоях атмосферы, вследствие которого Земля меньше рассеивает полученного Солнцем тепла в космос, и следовательно температура у поверхности планеты растет.

Ключевые слова: парниковые газы, диоксид углерода, глобальное потепление, абсорбция, улавливание углекислого газа.

Около 72 об.% парниковых газов занимает углекислый газ. Ежегодный прирост количества CO₂ составляет около 3.05 ppm – рекорд за последние 56 лет наблюдений. Это означает, что содержание углекислого газа в атмосфере увеличивается примерно на 3 мл в 1 м³ воздуха, и сейчас составляет 403 мл/м³ воздуха.[1] По разным прогнозам многих специалистов, проблемы, связанные с климатом, будут только расти, и охватывать всё больше сфер жизнедеятельности человечества.

Выбросы CO₂ в атмосферу

Поступление CO₂ в атмосферу, связано в первую очередь с развитием промышленности, транспорта и сельского хозяйства. Постоянное развитие научно-технологического прогресса приводит к увеличению количества производимой энергии в связи с нуждами промышленности, сельского хозяйства, городов и транспорта. По количеству выбросов, численно превосходя транспорт и сельское хозяйство, лидирует энергетический комплекс.

Энергетический комплекс, в частности энергетические станции, вырабатывают электро- и теплоэнергию для нужд человечества из различных источников энергии. В первую очередь необходимо отметить самые распространенные природные ископаемые невозобновляемые источники энергии – уголь, нефть и природный газ. Полученный путём сжигания таких ресурсов, дым содержит в себе оксиды углерода (CO, CO₂), диоксид серы (SO₂) и золу.

Безусловно, на сегодняшний день проблема улавливания диоксида углерода остается актуальной.

Методы улавливания CO₂

В основном, на производствах присутствуют два типа газоочистительных методов: абсорбция и адсорбция. Но эти методы имеют главный недостаток – невозможность дальнейшего использования поглощенного или выделенного CO₂, возможно только лишь его захоронение в недрах земной коры или утилизация шламов, полученных при регенерации абсорбентов и адсорбентов.

Описание схемы лабораторной установки

Данная установка была разработана на кафедре Процессов и Аппаратов Химической Технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, а именно профессором д.т.н. Терпуговым Г.В.

Основным элементом лабораторной установки является полипропиленовая колонна (К). В средней части колонны на опорно-распределительной решетке помещена шаровая насадка (рис. 1). [2]

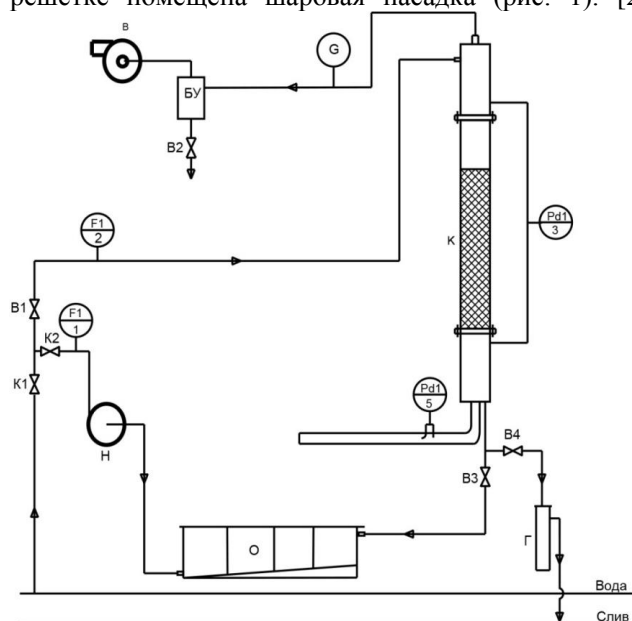
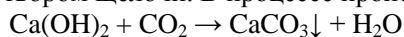


Рис. 1. Технологическая схема установки. К – колонна; О – отстойник; БУ – брызгоуловитель; В – воздухоулов; Г – гидрозатвор; Н – насос; Pd1/3 – дифференциальный U-образный манометр; Pd1/5 – трубка Пито-Прандтля, соединенная с дифференциальным манометром; F1/2-2/2 – ротаметры; В1-4 – вентили; К1-2 – краны; G – газоанализатор.

В колонне происходит абсорбция газа водным раствором щелочи. В процессе происходит реакция:



Выпадающий осадок оседает на поверхности насадки и опорно-распределительной решетке и смывается потоком водного раствора.

Далее осадок с водой из колонны поступает в отстойник.

Были проведены 6 экспериментов с целью подтверждения работоспособности установки. Некоторые результаты представлены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 1. Результаты эксперимента №3.

Время, мин	CO ₂ , ppm	pH	Время, мин	CO ₂ , ppm	pH
20	460	11,84	140	455	10,62
40	467	11,7	160	467	10
60	457	11,63	180	462	9,53
80	465	11,45	200	495	9
100	462	11,29	220	500	8,82
120	466	11,03	240	482	8,69

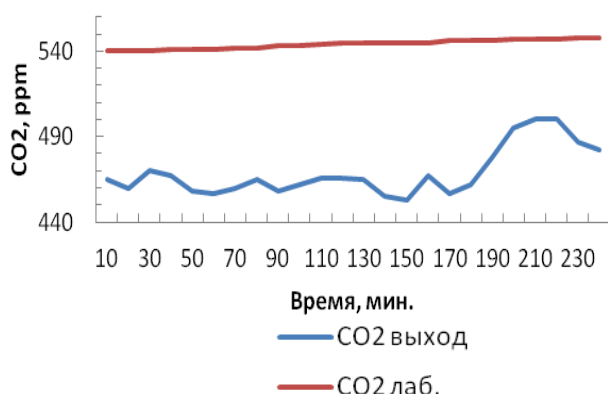


Рис. 2. График зависимости концентрации CO₂ от времени эксперимента №3.

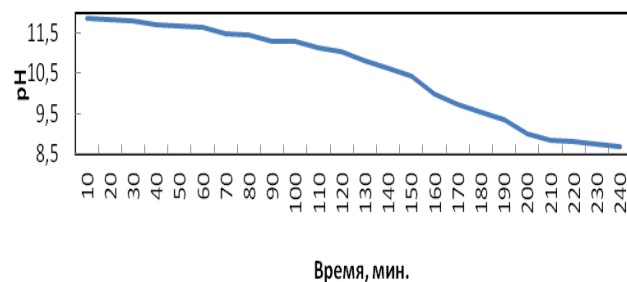


Рис. 3. График зависимости значений pH от времени эксперимента №3.

Усовершенствование способа улавливания

Произведено усовершенствование лабораторной установки путём включения в технологическую схему газоанализатора с целью получения дополнительных данных о работе установки. Помимо установки газоанализатора, нами был изготовлен набор дополнительных опорно-распределительных решеток для предотвращения проваливания шаровой насадки. Для получения более точных данных о скорости воздуха, поступающего в колонну, на линии забора воздуха произведена замена мембраны на трубку Пито-Прандтля.

Выводы

Были достигнуты следующие результаты:

- 1) Установлено, что в ходе проведения эксперимента происходит процесс улавливания CO₂ из воздуха в колонне с шаровой насадкой.
- 2) Подтверждена гипотеза о способности шаровой насадки к частичному самоочищению.
- 3) Снижение содержания углекислого газа в отходящем от установки воздухе показывает, что при однократном прохождении поглотительной установки, содержание CO₂ уменьшается на 13-28%.

Гармашов Алексей Сергеевич, студент 4-го курса Инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия.

Терпугов Даниил Григорьевич, аспирант кафедры Техносферной Безопасности РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия.

Акинин Николай Иванович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Техносферной Безопасности РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия.

Литература

1. <http://www.meteoinfo.ru/> - Гидрометцентр России. Электронный ресурс. (Дата обращения: 07.05.2016).
2. Носырев М.А., Терпугов Г.В., Терпугов Д.Г., Бородкин А.Г., Комляшов Р.Б. Новый подход к проблеме очистки газовых выбросов от диоксида углерода // Экология и промышленность России. 2011. №9. – 16 с.

A.S. Garmashov, D.G. Terpugov, N.I. Akinin.*

D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

Geroev Panfilovtsev st., 20, 125480 Moscow, Russia

*e-mail: aleksey.garmashov@gmail.com

IMPROVED METHOD OF CARBON DIOXIDE CAPTURE IN THE ABSORPTION APPARATUS

Abstract. Greenhouse effect - the adverse effect of holding Earth's warmth. Greenhouse gases - the main components of the greenhouse effect. They consist of: CO₂ (carbon dioxide), SO₂ (sulfur dioxide), nitrogen NO_x oxides, CH₄ (methane), freons and others.[1] The mechanism of the impact of the greenhouse effect in increasing the degree of the impact of global warming is quite simple: the concentration, mentioned above gases, leading to the formation of greenhouse gases in the upper atmosphere, as a result of which the Earth is less dissipates heat, generated by the Sun, into space, and therefore the temperature at the surface of the planet is increasing.

Keywords: greenhouse gases, carbon dioxide, global warming, absorption, trapping carbon dioxide.

УДК 665.71

Губина Т.А.^{*}, Алексеев А.А., Мосолов А.С.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д.20

^{*} tania2403@inbox.ru**ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ БАРЬЕРОВ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕТОДЕ «АНАЛИЗ БАРЬЕРОВ БЕЗОПАСНОСТИ»**

В статье рассмотрены возможности применения метода «Анализ барьеров безопасности» на конкретном технологическом блоке – автоматическая установка тактового налива светлых нефтепродуктов. Приведены классификации рекомендованных барьеров безопасности в соответствии с ГОСТ Р 54141-2010. Раскрыт физический смысл барьеров безопасности на примере технологических операций данного технологического блока.

Ключевые слова: барьеры безопасности, дерево отказов, дерево событий, технические и организационные меры безопасности.

Метод «Анализ барьеров безопасности» применяется в целях качественного или количественного обоснования и оценки эффективности мер безопасности. Последовательность событий, приводящую к аварийной ситуации и ее последствиям, часто изображают на схеме, как показано на рисунке 1. Левая сторона диаграммы – «дерево отказов», которое представляет собой взаимосвязь угроз и событий, в которой может реализоваться опасность. Правая сторона диаграммы – «дерево событий», которое представляет различные результаты опасного события. Ответные меры в аварийных ситуациях для преодоления последствий инцидента должны быть проведены на основе полученных результатов и должны быть разработаны с учетом возможных нарушений контроля или барьеров безопасности.

Основное достоинство такой методологии в системности и наглядности анализируемых мер безопасности, непосредственно связанных со стадиями возникновения и развития аварийного процесса. Применение такого подхода облегчает анализ и принятие обоснованных решений.

«Барьеры» - это технические и организационные меры безопасности.

Классифицируются «Барьеры» на:

1. Технические (клапаны, электрозадвижки, перегородки и т.д.);

2. Организационные (диагностирование, экспертиза, производственный контроль и т.д.).

Существуют четыре основных категории безопасности «Барьеров», представленные в таблице 1.

Таблица 1. Категории безопасности «Барьеров»

№	Категории безопасности	Обозначение	Описание
1	Пассивные барьеры	ПБ	Барьеры, всегда находящиеся в режиме функционирования (постоянные), не нуждающиеся в действиях людей, источнике энергии или информации. Физическими барьерами являются стены, плотины и прочее, а к постоянным барьерам относятся системы защиты от коррозии
2	Активируемые барьеры	АБ	Барьеры, которые устанавливаются начальные условия, которые должны быть выполнены перед тем, как действия будут осуществлены. Эти барьеры могут быть автоматическими или механическими, которые требуют активизации для выполнения своих функций. Активируемые барьеры предполагают следующую последовательность действий: обнаружение – диагностика – действия. Эта последовательность может выполняться с помощью технической части, программного обеспечения и человеческих действий
3	Человеческие действия	ЧД	Эффективность этих барьеров для достижения цели основывается на знаниях оператора. Эти действия интерпретируются очень широко, включая наблюдение, связь, мыслительный процесс, физические действия, выполнение правил, руководств, принципы безопасности и т.д. Эти действия могут являться частью процесса «обнаружение – диагностика – действия».
4	Символические барьеры	СБ	Барьеры для достижения целей нуждаются в персональной интерпретации. Типичными примерами могут быть пассивные предостережения (например, надпись «Держись подальше от этой зоны», маркировка труб, воздержание от курения)

Рассмотрим технологический блок реального опасного производственного объекта (далее – ОПО) - комплекс эстакады тактового налива (далее - АУТН) светлых нефтепродуктов.

В соответствии с генеральным планом объекта, АУТН размещается на территории действующего предприятия в районе производственно-товарного цеха и предназначен для налива в железнодорожные цистерны светлых нефтепродуктов.

В состав комплекса входят объекты и сооружения, необходимые для эксплуатации и обслуживания АУТН. А именно, 8 блоков, имеющих в своем составе ж/д цистерны, резервуары, трубопроводы и насосы.

В соответствии с Приказом №188 для АУТН можно построить деревья отказов и событий, представленные на рисунке 1.

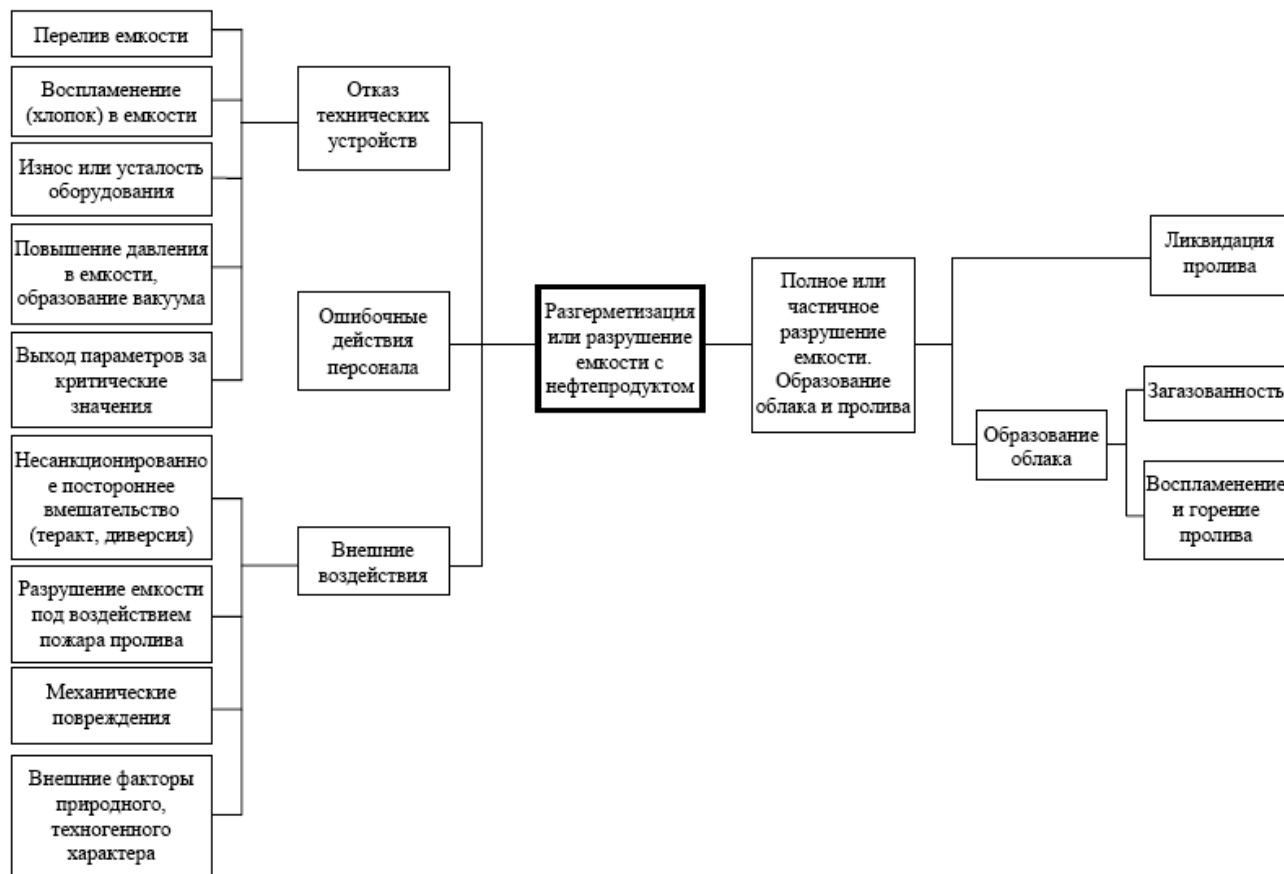


Рис. 1. Опасное событие (аварийная ситуация) и связанные с ним события с помощью дерева отказов и дерева событий при разгерметизации или разрушении емкости

Опираясь на данный рисунок и Декларацию промышленной безопасности, можно выделить для данных технологических блоков следующие барьеры безопасности.

Блок №1 Автоматизированная установка тактового налива

На данном блоке присутствуют:

- ПБ: узлы герметизации горловины цистерны; система отвода газов; контроль давления газовой фазы; вентиляционная установка; датчики-сигнализаторы до взрывных концентраций; датчик сигнализации позиционирования наливной трубы; контейнер для установки пожаротушения; система управления и контроля. Очевидно, здесь. равно как и для последующих блоков, присутствуют как технические, так и организационные барьеры.

- АБ: защита от перелива; аварийный слив неисправных цистерн.

Блоки №2÷6 Резервуарный парк (буферный)

На данном блоке присутствуют:

- ПБ: запорная арматура; дыхательная и предохранительная арматура; люки-лозы; монтажные, замерные и световые люки; сигнализатор минимального и максимального уровня продукта; датчики сигнализаторы до взрывных концентраций; переключающие узлы задвижек с электроприводом; резервуары с понтонами; уровнемеры; дыхательно-предохранительные клапаны типа КДС с дисками отражателями и огнепреградителями; приборы контроля.

- АБ: блокировка по максимальному аварийному уровню на закрытие электроздвижек на трубопроводах подачи продуктов в резервуар; пеногенераторы.

Блок №7 Установка рекуперации паров

На данном блоке присутствуют:

- ПБ: КИП, система мониторинга, панель управления для работы установки в автоматическом режиме; подача инертного газа из баллонов (для погашения «горячей точки»); датчики сигнализаторы до взрывных концентраций; свеча рассеивания.

Блок №8 Насосная налива нефтепродуктов

На данном блоке присутствуют:

- ПБ: байпасная линия с клапаном регулятором расхода жидкости; датчики сигнализаторы до взрывных концентраций; измерение давления продуктов на всасе и нагнетании насосов; измерение наличия жидкости во всасывающих трубопроводах насосов; измерение и сигнализация температуры масла в подшипниках; измерение давления и сигнализация при утечке уплотняющей жидкости центробежных насосов.

- АБ: узлы подключения водяного пара и азота; блокировки, отключающие насос по превышению температуры.

Для каждого блока характерен ряд организационных мер безопасности, таких как: проведение инструктажей для рабочего персонала, прохождение техники безопасности, изучение технической документации (технический регламент, план ликвидации аварийных ситуаций и т.д.), диагностирование оборудования, производственный контроль, обучение персонала и т.д.

Раскрытие физического смысла барьеров безопасности на примере данного технологического блока важно для прогнозирования вероятностных характеристик возникновения аварийных ситуаций на ОПО. Точность вероятностных оценок зависит от полноты раскрытия существующих на ОПО барьеров безопасности и определения их места в структуре деревьев отказов и событий. Детальное описание барьеров безопасности по отношению к технологическим операциям также целесообразно для создания классификаторов типовых барьеров безопасности.

Губина Татьяна Александровна, студентка 4 курса Инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Алексеев Александр Андреевич, магистрант кафедры Техносферной безопасности РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Мосолов Александр Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры Техносферной безопасности РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Приказ Ростехнадзора от 13.05.2015 N 188 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
2. ГОСТ Р 54141-2010. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Эталонные сценарии инцидентов. М.: Стандартинформ, 2012. – 27 с.

Gubina T.A. *, *Alekseev A.A.*, *Mosolov A.S.*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

* tania2403@inbox.ru

THE PHYSICAL MEANING OF SAFETY BARRIERS IN THE METHOD «ANALYSIS OF SAFETY BARRIERS»

Annotation

The article discusses the possibility of applying the method "Analysis of safety barriers" on a specific technological unit – automatic clock loading system of light oil products. Classification of the recommended safety barriers in accordance with GOST R 54141-2010. Revealed the physical meaning of safety barriers on the example of process operations of given technological unit.

Key words: safety barriers, fault tree, event tree, the technical and organizational security measures.

УДК 662.352:662.311.11

В.А. Киричко, В.А. Сизов, А.П. Денисюк*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: denisap@muctr.ru

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ГОРЕНИЯ НИЗКОКАЛОРИЙНОГО ПОРОХА

Изучено влияние различных катализаторов (фталаты меди-свинца (ФМС) и никеля-свинца (ФНС), салицилаты меди и никеля (СМ, СН)) в сочетании с сажей и углеродными нанотрубками (УНТ) на горение низкокалорийного пороха. Показано, что УНТ намного более эффективны, чем сажа, и в индивидуальном виде являются эффективным катализатором горения низкокалорийного пороха. Наибольшее влияние на горение низкокалорийных порохов оказывает комбинированная добавка, состоящая из 3% СН и 1,5% УНТ.

Ключевые слова: низкокалорийный порошок, углеродные нанотрубки, катализаторы горения, эффективность действия катализаторов.

В работе [1] показано, что для низкокалорийных порохов эффективными катализаторами горения являются соединения никеля, при этом сажа значительно (в 3-5 раз) увеличивает их влияние. Промоутирующее действие сажи зависит от её свойств, в частности, от удельной поверхности. Роль сажи заключается в том, что, с одной стороны, она способствует образованию на поверхности горения сажистого каркаса (без которого для многих порохов нет катализа [2,3]), а, с другой стороны, сажа экзотермически реагирует с NO. В связи с этим можно было полагать, что роль сажи могут выполнить углеродные нанотрубки (УНТ), которые производятся в больших количествах и используются для регулирования свойств различных материалов. Целью данной работы явилось изучение влияния УНТ на эффективность действия низкокалорийного пороха с $Q_{ж}=2518$ кДж/кг состава 57% НЦ (12% N), 14% НГЦ, 18% ДНТ, 6% ДБФ, 2% централита и 1% индустриального масла, и их сравнение с сажей. В качестве катализаторов использовали фталаты никеля-свинца (ФНС) и меди-свинца (ФМС), а также

салицилаты меди (СМ) и никеля (СН). Применяли УНТ марки BayTubes C150P, содержащие 99% углерода и < 1% остаточного катализатора, используемого при производстве (число стенок – 3-15, внешний диаметр 13-16 нм, внутренний диаметр 4 нм) и сажу марки УМ-76 ($S_{уд} = 76$ м²/г).

Катализаторы вводили в количестве 3%, углеродные материалы в количестве 1,5%. Эффективность действия катализаторов оценивали величиной $Z = U_k/U_0$, где U_k и U_0 – скорость горения образца пороха с катализатором и без него, соответственно. Основные результаты представлены в таблицах 1-2 и на рисунках 1-4.

В индивидуальном виде все исследованные катализаторы увеличивают скорость горения, при этом величина Z падает с ростом давления, из-за чего снижается зависимость скорости горения от давления, т.е. уменьшается значение v в законе горения – $U = Vr^v$. Наиболее сильно скорость горения пороха увеличивает ФМС, более чем в 3 раза при давлении 0,5 МПа, и в 1,6 раза при давлении 10 МПа, снижая v с 0,94 до 0,69. Наименьшее влияние оказывает СМ.

Таблица 1. Параметры горения образцов низкокалорийного пороха с индивидуальными катализаторами и УНТ

Катализатор	Закон горения $U = Vr^v$			0,5 МПа		2 МПа		10 МПа	
	B	v	ΔP , МПа	$U_{0,5}$	$Z_{0,5}$	U_2	Z_2	U_{10}	Z_{10}
Без добавок	0,77	0,94	1 – 15	0,4	-	1,5	-	6,7	-
3% СМ	1,07	0,79	1 – 15	0,6	1,5	1,9	1,3	6,6	0,98
3% ФНС	1,70	0,92	1 – 4	0,9	2,3	3,2	2,2	7,5	1,1
	4,93	0,18	4 - 15						
3% СН	1,53	0,64	1 – 15	1,0	2,5	2,4	1,6	6,7	1
3% ФМС	2,12	0,69	1 – 15	1,3	3,3	3,4	2,3	6,4	1,6
1,5% УМ-76	1,19	0,76	1 - 15	0,7	1,8	2,0	1,3	6,9	1,0
1.5% УНТ	1,64	0,68	1 – 15	1,0	2,5	2,6	1,8	7,9	1,2

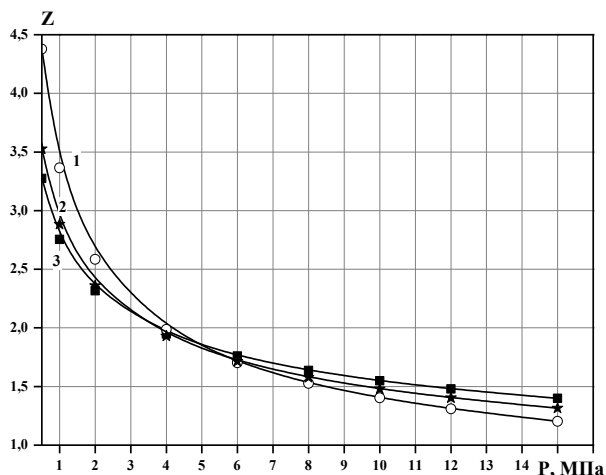


Рис. 1. Влияние 1,5% сажи и УНТ на эффективность действия 3% ФМС: 1 – 1,5% УНТ; 2 – 1,5% УМ-76; 3 – без добавок

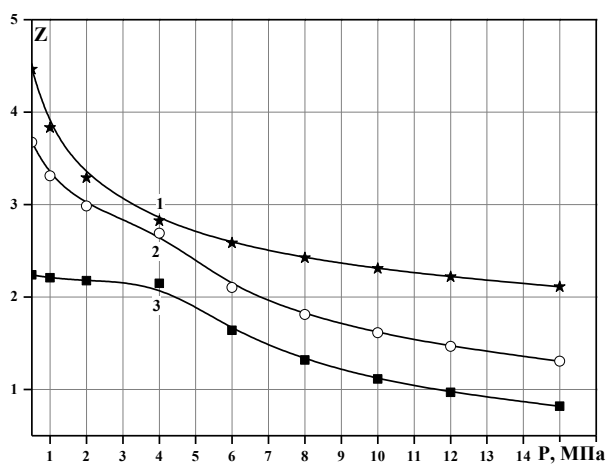


Рис. 2. Влияние 1,5% сажи и УНТ на эффективность действия 3% ФНС: 1 – 1,5% УМ-76; 2 – 1,5% УНТ; 3 – без добавок

Отметим также, что ФНС значительно снижает ν с 0,92 до 0,18 в интервале давления 4 – 15 МПа. Особо следует подчеркнуть тот факт, что УНТ в индивидуальном виде значительно увеличивает скорость горения, в 2,5 раза при давлении 0,5 МПа и в 1,2 раза при давлении 10 МПа, снижая также показатель степени ν до 0,68. Это, вероятно, связано с тем, что УНТ не только формирует сажистый каркас, но и интенсивно реагирует с NO, повышая градиент температуры зоны над поверхностью горения, и тем самым увеличивая количество тепла, поступающего в к-фазу. Отметим, что для порохов средней и повышенной калорийности NO реагирует в зоне вторичного пламени далеко от поверхности и почти не влияет на скорость горения. Сажа УМ-76 в индивидуальном виде оказывает значительно меньшее влияние, чем УНТ, увеличивая скорость горения в 1,8 раза при давлении 0,5 МПа, и не оказывая влияния при давлении 10 МПа.

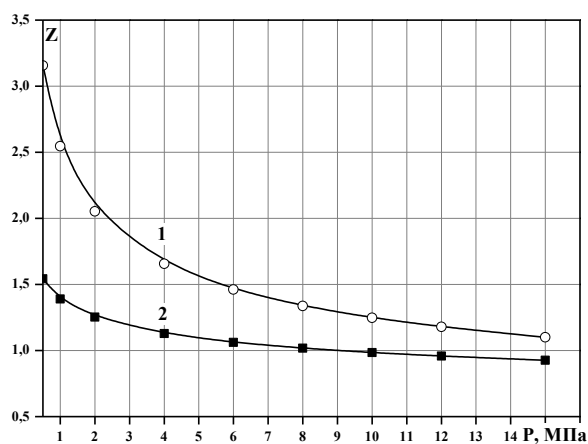


Рис. 3. Влияние 1,5% УНТ на эффективность действия 3% СМ: 1 – 1,5% УНТ; 2 – без добавок

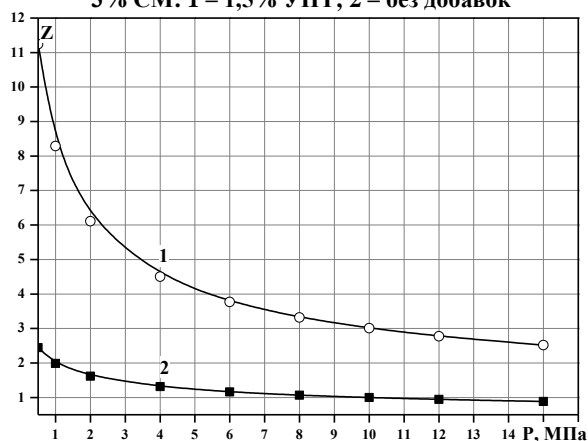


Рис. 4. Влияние 1,5% УНТ на эффективность действия 3% СН: 1 – 1,5% УНТ; 2 – без добавок;

Сажа почти не увеличивает действие ФМС, в отличие от УНТ, которые заметно усиливают влияние катализатора, но лишь при пониженном давлении (рис. 1). Сажа усиливает действие 3% ФНС, способствуя увеличению скорости горения во всем интервале давления.

Несравненно большее влияние УНТ оказывают на каталитическое действие салицилата меди и особенно салицилата никеля, что было установлено при исследовании закономерностей горения низкокалорийного пороха с $Q_{ж}=2151$ кДж/кг. УНТ оказывают значительное влияние на салицилат никеля, в сравнении с сажой УМ-76: так, при добавлении 1,5% УНТ скорость горения при 0,5 МПа увеличилась в 11 раз, а при использовании сажи в 3,8 раза. Исследования эффективности действия салицилатов меди и никеля на порохе с $Q_{ж}=2518$ кДж/кг проводили только с УНТ (таблица 2).

1,5% УНТ при давлении 0,5 МПа увеличивают скорость горения СМ в 3,2 раза, и в 1,3 раза при давлении 10 МПа. Скорость горения СН увеличивается в 11 раз при давлении 0,5 МПа, и в 3 раза при давлении 10 МПа. Значение показателя степени ν снижается до 0,63 для СМ и до 0,5 для СН.

Таблица 2. Параметры горения образцов низкокалорийного пороха с 3% СМ и СН в сочетании с УНТ

Катализатор	Закон горения $U = V\rho^v$			0,5 МПа		2 МПа		10 МПа	
	B	v	ΔP , МПа	$U_{0,5}$	$Z_{0,5}$	U_2	Z_2	U_{10}	Z_{10}
3% СМ + 1,5% УНТ	1,96	0,63	1 – 15	1,3	3,2	3,0	2,0	8,4	1,3
3% СН + 1,5% УНТ	6,38	0,50	1 – 15	4,5	11,3	9,0	6,0	20,2	3

При увеличении содержания УНТ до 2% скорость горения для образца с 3% СН увеличивается еще значительно – в ~ 14 раз при давлении 0,5 МПа. С ростом давления эффективность действия катализатора падает, при 4 МПа величина Z равна 4,7, как и при использовании 1,5% УНТ.

Более высокая каталитическая активность нанотрубок в сравнении с сажей можно, в частности, объяснить тем, что УНТ обладают большей реакционной способностью при взаимодействии с NO, а также намного большей теплопроводностью, чем сажа (более чем в 7000 раз), что объясняется их строением – углеродные нанотрубки представляют собой протяженные квазиодномерные наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита цилиндрической формы с внутренним каналом, состоящие из одной или нескольких свернутых в трубку гексагональных

(геометрически похожих на пчелиные соты) графитовых плоскостей [4].

Исследования показали, что углеродные нанотрубки в индивидуальном виде являются эффективным катализатором горения низкокалорийного пороха, увеличивая скорость горения в 2,5 раза при давлении 0,5 МПа и в 1,8 раза при давлении 2 МПа. Сажа при указанных давлениях увеличивает скорость в меньшей степени – в 1,8 и в 1,3 раза. УНТ значительно увеличивает влияние катализаторов, в частности салицилатов различных металлов. Наибольшее влияние на горение низкокалорийных порохов ($Q_{ж}=2151$ кДж/кг и $Q_{ж}=2518$ кДж/кг) оказывает комбинированная добавка, состоящая из 3% СН и 1,5% УНТ, которая увеличивает скорость горения в 11 - 14 раз при давлении 0,5 МПа и в 2,7 - 3 раза при давлении 10 МПа, снижая показатель v с 0,76 до 0,45 и с 0,92 до 0,5 соответственно.

Киричко Валерия Анатольевна, студентка 5 курса инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Сизов Владимир Александрович, аспирант, ведущий инженер кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Денисюк Анатолий Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Сизов В.А., Демидова Л.А., Денисюк А.П. Механизм влияния катализаторов при горении низкокалорийного пороха// Успехи в химии и химической технологии – 2015 – Т. XXIX. - №8. – С.16-20
2. Денисюк А.П., Демидова Л.А., Галкин В.И. Ведущая зона горения баллистических порохов с катализаторами// Физика горения и взрыва. – 1995. - Т.31. - №2. - С.32-40.
3. Денисюк А.П., Демидова Л.А. Особенности влияния некоторых катализаторов на горение баллистических порохов// Физика горения и взрыва. – 2004. - Т.40. - №3. - С.69-76.
4. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены. М., Университетская книга, 2006. – 376 с.

*Kirichko Valeriya Anatolievna, Sizov Vladimir Aleksandrovich, Denisjuk Anatoly Petrovich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: denisap@rctu.ru

CARBON NANOTUBES INFLUENCE ON THE CATALYSIS ACTION EFFICIENCY OF LOW-CALORIE PROPELLANT

Abstract

Influence of various catalysts (nickel-lead and copper-lead phthalate (NLP, CLP), nickel and copper salicylate (NS, CS) in combination with carbon black (CB) and carbon nanotubes (CNT) on the burning rate of low-calorie propellant was investigated. It was shown that CNT are effective than CB and, in fact, is a burning rate catalyst for low-calorie propellant. The most efficient additive to low-calorie propellant is 3% NS with 1,5% CNT.

Keywords: low-calorie propellant, carbon nanotubes, catalysts of propellant combustion, catalyst action efficiency

УДК 614.841.13

С. М. Михайлова, Л. Р. Шарифуллина *

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* alishari@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

При горении многих современных синтетических материалов возможно выделение чрезвычайно токсичных веществ в малых количествах. В этом случае при проведении пробоотбора воздуха с места пожара важным является возможность улавливания следовых количеств компонентов смеси для возможности дальнейшей их идентификации. В работе рассмотрены виды углей, их адсорбционная способность. Отмечена важность изучения функций структуры микропор угля, определяющих как сорбционные, так и десорбционные их возможности.

Ключевые слова: продукты горения синтетических материалов, пиролиз горючих материалов, адсорбция, свойства сорбентов

Продукты горения многих современных синтетических материалов являются сложным объектом для анализа, поскольку возможно выделение чрезвычайно токсичных веществ в малых количествах. Важным аспектом является определение содержания чрезвычайно опасных хлорорганических соединений, попадающих в атмосферный воздух при пиролизе горючих материалов. Для улавливания золы используют различные фильтры, из которых целевые соединения экстрагируют органическими растворителями или методом СФЭ. В последнем случае искомые соединения выделяют из низко и высокоуглеродистой летучей золы (образующейся при сжигании ТБО) с помощью СФЭ (СО₂ с добавкой 10% толуола) или методом ускоренной экстракции толуолом при повышенном давлении и температуре [1].

Для отбора проб воздуха широко используют угли различных марок. За рубежом – в основном активный уголь из скорлупы кокосовых орехов или нефтяной кокс. В нашей стране для этих целей обычно применяют активные угли марок СКТ и БАУ. Основную роль в процессе адсорбции играют микропоры. Однако если адсорбент пронизан микропорами различной длины, то адсорбция происходит медленно, так как путь, проходимый адсорбируемыми молекулами в микропорах, очень велик. Если же микропоры пересекаются микропорами, то путь уменьшается, и скорость адсорбции возрастает. Если скорость адсорбции зависит главным образом от структуры пор, по которым адсорбируемые молекулы передвигаются к микропорам, то она может быть значительно повышена посредством измельчения угля, - это сокращает путь перемещения молекул. Адсорбционная способность является функцией структуры микропор [2].

Активный уголь из кокосового ореха приобрел статус почти универсального твердого сорбента. Уголь из нефти менее активен, но его также часто используют для пробоотбора. Уголь очень эффективный сорбент, его обычно используют для улавливания из воздуха неполярных соединений. Уголь может концентрировать и полярные вещества,

но эти соединения очень трудно извлекаются из сорбента. Тем не менее, многие органические соединения, которые являются реакционноспособными, полярными или легкоокисляемыми могут быть успешно собраны на трубке с углем и затем достаточно полно извлечены из сорбента.

Сорбционное извлечение примесей токсичных веществ из загрязненного воздуха является главным и широко применяемым способом пробоотбора как в России, так и за рубежом [3]. Этот способ универсален и позволяет извлекать из воздуха с одновременным концентрированием контролируемых компонентов практически весь спектр загрязняющих веществ (кроме твердых частиц и аэрозолей) – от газов до высококипящих органических соединений. При этом эффективность извлечения очень высока и может достигать 95-100%.

Воздух с помощью различного рода аспирационных устройств пропускают через трубку с сорбентом, а после завершения пробоотбора транспортируют ее в лабораторию, где сконцентрированные примеси извлекают и анализируют подходящим методом. Типичными трубками с сорбентами, используемыми для пробоотбора воздуха из атмосферы являются трубки с активированным углем – наиболее дешевые и эффективные пробоотборные устройства. Количество сорбента может быть увеличено для повышения сорбционной емкости трубки, а увеличение внутреннего диаметра можно использовать для снижения сопротивления потоку воздуха и достижения более высоких скоростей пробоотбора [4].

Исследование влияния различных параметров на степень извлечения токсичных веществ с использованием экстрагентов повышенной летучести (анализ методом ВЭЖХ/УФД) показало, что наиболее эффективное извлечение достигается при использовании органических растворителей и СФЭ (СО₂) в статических условиях в течение 5 минут. При этом скорость потока флюида не имеет особого значения.

Чувствительные элементы хроматографических детекторов, особенно ионизационных,

корродируются хлором, что приводит к значительному снижению их чувствительности. Поэтому для соединений хлора применяют метод реакционной газовой хроматографии, заключающийся в получении органических производных, фиксируемых с очень высокой чувствительностью селективными детекторами. Очень низкое содержание хлора можно обнаружить методом жидкостной или газовой хроматографии после улавливания газа раствором 2-нафтола и определения образовавшегося 1-хлор-2-нафтола [5].

Селективное определение низких содержаний хлора в присутствии аммиака и некоторых других газов возможно после превращения его в 4-хлор-2,6-диметилфенол по реакции с диметилфенолом в водном растворе [6]. Дальнейшее определение хлора хроматографическим методом анализа в присутствии воды может быть осуществлено на высокоэффективном жидкостном хроматографе с флуорисцентным детектором или детектором на диодной матрице, а также хромато-масс-спектрометрически в режиме селективного детектирования ионов. Для определения галогенсодержащих легколетучих органических соединений чаще всего используют электрозахватный детектор, который хорошо зарекомендовал себя при прямых анализах «чистых» образцов – питьевых и подземных вод. ЕРА рекомендуется для анализа галогенсодержащих

соединений детектор Холла, но, хотя эта комбинация является вполне дееспособной, сотрудники европейских лабораторий предпочитают при проведении подобных работ использовать селективный масс-спектрометрический детектор. Для того чтобы исключить ложную информацию о природе элюируемого вещества при работе с селективными детекторами рекомендуются двухколоночные схемы анализа.

Установленные для некоторых соединений предельные содержания близки к пределам детектирования (до 1 мкг/л), поэтому их определение требует использования новейшего аналитического оборудования. Появление новых аналитических подходов, базирующихся на сочетании различных методов хроматографического разделения и детектирования на основе гибридных методов (ГХ/МС, ГХ/ИК-Фурье, ГХ/МС/АЭД, ГХ/МС/ВЭЖХ, и др.) помогает решать проблемы, связанные с анализом органических загрязнителей. В случае комбинированной системы, состоящей из газовой хроматографии и ИК-Фурье спектроскопии, ИК-спектры элюируемых компонентов регистрируются последовательно по мере их выхода из колонки, что естественным образом дополняет информацию, полученную из масс-спектров, особенно при необходимости определения изомеров, масс-спектры которых очень близки и поэтому неинформативны.

Михайлова Софья Максимовна, магистр 1 года обучения кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Шарифуллина Лилия Ринатовна, к.х.н., доцент кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Другов А.С., Родин Ф.Ф. Мониторинг органических загрязнений природной среды 500 методик: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. 3-е изд. (эл.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 893 с.
2. Другов Ю.С., Беликов А.Б., Дьякова Г.А., Тульчинский В.М. Методы анализа загрязнений воздуха. М.: Химия, 1984, с.384.
3. Berezkin V.G., Drugov Yu.S. Gas chromatography in air Pollution/ Amsterdam e.a.: Elsevier, 1991, p.211.
4. Каталог средств измерений, приборов и оборудования, применяемых в промышленной санитарии, медицине и экологии. ЗАО «Химко». М.: НПО «Химавтоматика», 2000, с.19.
5. Gaid V.S. e.a. J. High Res. Chromatogr., 1992, v. 15, №12, p.840-842.
6. Cheplen J. M. e.a. Anal. Chem. 1984, v.56, №7, p.1194-1196.

Mihailova Sofia Maksimovna, Sharifullina Liliya Rinatovna

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* alishari@yandex.ru

INFLUENCE OF PROPERTIES SORBENTS FOR CHROMATOGRAPHIC STUDY OF THE PRODUCTS OF PYROLYSIS OF COMBUSTIBLE MATERIALS

Abstract

During the combustion of many modern synthetic materials can be released extremely toxic substances in small quantities. In this case, a sampling air from the fire site is an important opportunity to capture trace amounts of a mixture of components to allow further identification. The paper discusses the types of coals, their adsorption capacity. The importance of studying the structure of the functions of coal micropores determining how the sorption and desorption of their opportunities.

Keywords: the combustion products of synthetic material, the pyrolysis of combustible material, the adsorption, properties of sorbents

УДК 614.841.411

А. Н. Перова, А. В. Капранов, Е. Б. Аносова*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: evgenia.anosowa@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧЕСКОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена определению токсической опасности продуктов сгорания синтетических строительных материалов, используемых в быту, и показателей пожарной опасности этих материалов (горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности) в сравнении с данными сертификатов пожарной безопасности. Исследование поведения образцов синтетических материалов при термическом воздействии производилось методом синхронного термического анализа, идентификация состава газообразных продуктов сгорания с помощью инфракрасного анализа с преобразованием Фурье. Определены образцы, представляющие собой наибольшую пожарную и токсическую опасность в условиях пожара.

Ключевые слова: пожарная опасность, горючесть, воспламеняемость, дымообразующая способность, токсичность.

В связи с развитием химического промышленного комплекса появился большой спектр синтетических материалов, которые, благодаря разнообразию эксплуатационных свойств, широко применяются в строительстве. Например, экструдированный пенополистирол (ППС), полистирольные (ПС) пенопласты, пенополиуретан используются в качестве теплоизоляционных материалов, полиэтилен – для производства труб и пленок, поливинилхлорид (ПВХ) является основным компонентом линолеума.

Наряду с несомненными достоинствами, для синтетических строительных материалов характерны горючесть и токсичность продуктов горения и разложения, что обуславливает их опасность при воздействии повышенных температур. По данным МЧС России [1], основной причиной гибели людей в случае пожара является не пламя, а

воздействие токсичных веществ. Поэтому целью настоящего исследования является оценка пожарной опасности и токсичности продуктов сгорания материалов, распространённых в строительстве.

В данной работе представлены результаты испытаний десяти образцов, закупленных в торговых точках розничной и оптовой торговли. На часть из них были представлены сертификаты пожарной и токсической безопасности, на остальные отсутствовали, а образец гобеленовой ткани не входит в перечень материалов, подлежащих обязательной сертификации по пожарной и токсической безопасности.

Испытания на пожарную опасность проводились в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 30244-94, ГОСТ 30402-96. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1. Оценка показателей пожарной опасности материалов

Образец	Наличие сертификата	Группа горючести		Группа воспламеняемости		Коэффициент дымообразования
		сертиф.	эксп.	сертиф.	эксперим.	
1. Плитка потолочная из ПС торговой марки «Kindecor», Россия	+	Г3	Г3	В2	В3	Д3
2. Плитка потолочная «Антарес» из ППС, Россия	–	–	Г3	–	В2	Д3
3. Клеенка из ПВХ, Sanem Plastik, Турция	–	–	Г4	–	В3	Д1
4. Пенополистирол	+	Г1	–	В2	–	–
5. Покрытие для пола ПВХ	+	Г4	–	В3	–	–
6. Обои виниловые	+	Г2	–	В1	–	–
7. Мембрана армированная	+	Г4	–	В3	–	–
8. Мембрана ПВХ	+	Г4	–	В3	–	–
9. Изоляция битумно-полимерная	+	Г4	–	В3	–	–
10. Тканевый гобелен	–	–	–	–	–	Д2

Результаты испытаний, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, что для первого образца группа воспламеняемости – В2, представленная в сертификате, не совпадает с определенной экспериментально – В3. Коэффициент дымообразования первого образца соответствует указанному в сертификате – Д3 (высокая дымообразующая способность).

Сертификаты для образцов 2 и 3 отсутствуют. Для остальных материалов данные о горючести и воспламеняемости взяты из предоставленных документов о пожарной и токсической безопасности.

Таким образом, установить пожарную опасность синтетических материалов на основании единственно сертификата пожарной и токсической безопасности не всегда представляется возможным. Кроме того, из данных литературы [2] известно, что материалы, обладающие низким коэффициентом дымообразования (образец 3) могут представлять серьезную токсическую опасность. Поэтому нами были проведены дополнительные исследования

термических превращений рассмотренных материалов.

Испытания проводились с помощью методов синхронного термического анализа и инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье, которые широко применяются во многих современных работах по данной тематике [3-5].

Исследование поведения материалов при термическом воздействии осуществляли методом TG-DSC на приборе фирмы NETZSCH для синхронного анализа ТГ/ДСК NETZSCH STA 449 F3 Jupiter при нагревании с постоянной скоростью 20 К/мин в атмосфере воздуха. В качестве держателей использовались керамические тигли с крышечкой, а вещества сравнения – оксид алюминия.

Типичная термограмма приведена на рис.1

Результаты испытаний, представленные в табл. 2, позволяют нам получить характеристики пожарной опасности исследуемых материалов, как температура начала уменьшения массы (т.н.у) и температура начала экзотермического разложения (т.н.экз).

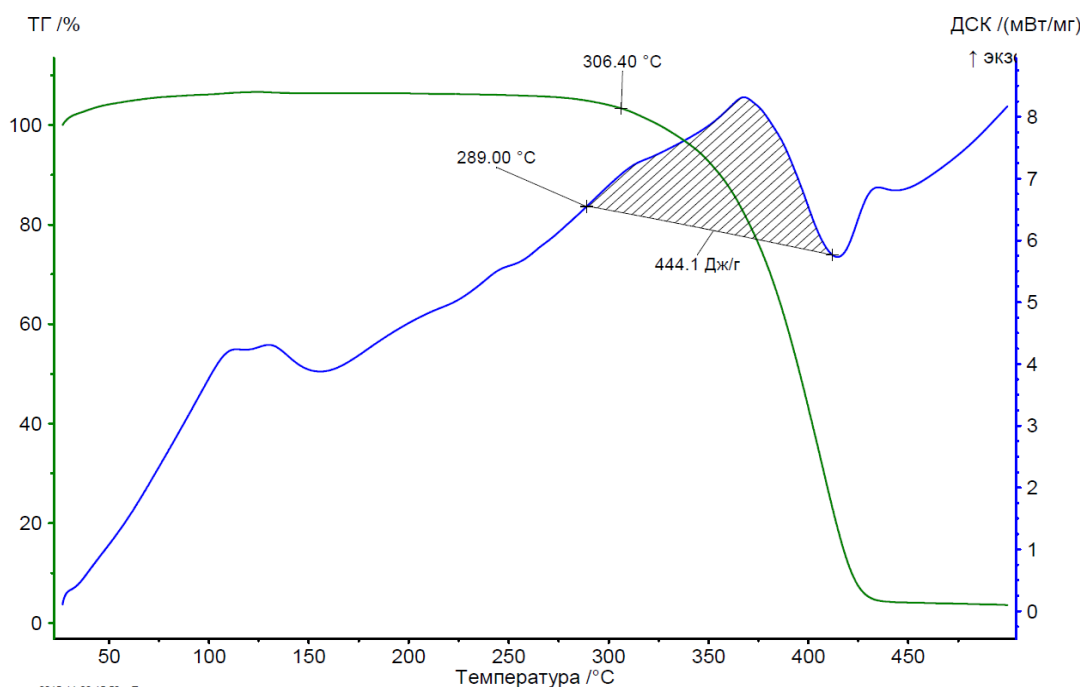


Рис. 1. Термограмма плитки потолочной «Антарес» из ППС, Россия

Таблица 2. Результаты синхронного термического анализа

Образец	t н.у., °C	t н. экз., °C	ΔHэкз., кДж/кг
1. Пенополистирол	335	345	31000-42000
2. Покрытие для пола	280	381	13400-14670
3. Обои виниловые	269	412	20000
4. Мембрана ПВХ	272	410	20000
5. Мембрана армированная	290	425	20000
6. Изоляция битумно-полимерная	373	370	20000
7. Плитка потолочная из ПС торговой марки Kindecor», Россия	361	376	–
8. Плитка потолочная «Антарес» из ППС, Россия	306	289	444
9. Клеенка из ПВХ, Sanem Plastik, Турция	269	422	2282
10. Ткань гобеленовая	367	367	5228

Как видно из данных табл. 2, $t_{н.у}$ и $t_{н.экз.}$ рассмотренных образцов различаются между собой на (0 - 153) °С, что может свидетельствовать о различиях в процессах, сопровождающих уменьшение массы материалов: термическом и термоокислительном разложении. Термическое уменьшение массы всех исследованных образцов сопровождается экзотермическим эффектом, что также повышает их опасность при воздействии повышенных температур.

С помощью испытаний на пожарную опасность было установлено, что при термолитизе рассмотренных образцов выделяется большое количество газообразных продуктов, которые могут представлять токсическую опасность. Анализ продуктов термолитиза данных образцов проводился методом инфракрасной спектроскопии на приставке Фурье спектрометра TGA –IR (производства Bruker Optics, Германия), который предназначен для измерения оптических спектров отражения и пропускания в инфракрасном диапазоне.

Так как токсичные вещества при пожарах попадают в организм человека ингаляционным путем, нас интересовал анализ газообразных продуктов термолитиза строительных материалов. Результаты расшифровки полученных ИК-спектров позволяют сделать вывод о том, что наибольшую токсическую опасность представляют собой следующие образцы: клеенка из ПВХ, мембрана сикоплан, армированная мембрана, виниловые обои и покрытие для пола, в состав которых входят соединения хлора.

При термическом воздействии наиболее опасным из исследованных материалов является образец клеенки из ПВХ, так как $t_{н.у.}$ является наиболее низкой. Учитывая это, а также сильную горючесть, лёгкую воспламеняемость и небольшой коэффициент дымообразования (табл. 1), данный образец требует дополнительных исследований на токсическую опасность как представляющий наибольший потенциальный риск воздействия в условиях повышенных температур.

Перова Александра Николаевна, магистрант 1-го года обучения кафедры Промышленной экологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Капранов Алексей Владимирович, аспирант 1-го года обучения кафедры Пожарной безопасности АГЗ МЧС России, Россия, Химки.

Аносова Евгения Борисовна, д.т.н., доцент кафедры Техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Климкин В. И. Анализ обстановки с пожарами за 2014 г. – М.: МЧС России, Департамент надзорной деятельности и профилактической работы, 2015 – С.24
2. А.Н. Баратов, Р.А. Андрианов, А.Я. Корольченко и др. Пожарная опасность строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1988 – С. 380.
3. Кетов А. А., Красновских М.П. Исследования продуктов термической деструкции пенополистирола самозатухающего и полистирола, полученного полимеризацией в массе с полихлорированными углеводородами. // Вестник Пермского университета. – вып 2 (10). – 2013. – С. 67-73.
4. Федотов А. В., Красновских М. П., Мокрушин И. Г. Термическая деструкция изделий из пенополистирола. // Вестник Пермского университета. – вып. 2 (18). – 2015. – С. 102-109.
5. Принцева М. Ю., Чешко И.Д. Термический анализ и инфракрасная спектроскопия газообразных продуктов термической деструкции в экспертном исследовании антипирированной древесины. // Пожарная безопасность. - №3. – 2014. – С. 96-101.

*Perova Aleksandra Nikolayevna, Kapranov Aleksey Vladimirovich, Anosova Evgeniya Borisovna**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: evgenia.anosowa@yandex.ru

THE STUDY OF THE TOXIC AND FIRE HAZARDS OF SYNTHETIC BUILDING MATERIALS

Abstract

The article is devoted to defining the toxic hazard of combustion products of synthetic building materials and fire hazards of these materials (flammability, combustibility, smoke-forming ability) in comparison with the dates of certificates of fire and toxic safety. The study behavior of the samples synthetic materials under thermal effects by simultaneous thermal analysis and identification of the composition of the combustion gases by infrared analysis of Fourier transform was carried out. The samples, representing the highest combustible and toxic hazards in fire conditions detected.

Key words: fire hazards, combustibility, flammability, smoke-forming ability, toxicity.

УДК 622.215.2

А.А. Петрейкин, Д.С. Антипов, А.А. Кунаков, Л.Е. Левшенкова, А.И. Левшенков

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫХ ИНИЦИИРУЮЩИХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ НИЗКОПЛОТНЫХ БРИЗАНТНЫХ ВВ

Предложена методика определения минимальных инициирующих зарядов ВВ с пониженной плотностью в медных оболочках. Определены минимальные инициирующие заряды ИВВ для тротила в медных оболочках различного диаметра. Показана зависимость минимальных инициирующих зарядов от плотности тротила, диаметра зарядов, материала и толщины оболочки.

Ключевые слова: детонация, минимальный инициирующий заряд, тротил, заряды пониженной плотности, влияние оболочки.

Минимальный инициирующий заряд (МИЗ) является важнейшей характеристикой детонационной способности бризантных взрывчатых веществ (БВВ) и инициирующей способности инициирующих взрывчатых веществ ИВВ. В различных учебниках и справочниках [1-5] для бризантного ВВ приводятся МИЗ различных ИВВ, а для инициирующего ВВ – МИЗ по различным бризантным ВВ. Расширение круга ИВВ и БВВ требует проведения стандартизованных испытаний этих веществ, в частности, определения МИЗ. Помимо природы вещества, детонационная способность БВВ определяется плотностью и структурой заряда ВВ, в частности, формой и размером элементов (частиц) конденсированной и газовой фазы, а для смесевых систем – кроме размера и формы частиц каждого компонента – ещё и качеством смешения этих компонентов. Следовательно, зачастую возникает задача исследования ВВ одного и того же состава, но с различной плотностью и структурой заряда.

Стандартным методом определения МИЗ [3,4] является испытание прессованных зарядов БВВ и ИВВ в гильзах капсюля-детонатора КД №8. В последние годы, в связи с усилением контроля над оборотом как ВВ, так и других элементов взрывных устройств, гильзы от КД №8 перестали быть доступны для многих научно-исследовательских центров. В связи с этим возникает задача поиска альтернативных методов исследования ВВ, в частности, определения МИЗ.

В данной работе был проведён поиск возможных оболочек – металлических трубок, производимых промышленностью и имеющимися в свободной продаже. Гильза КД №8 в настоящее время изготавливается из стали и имеет внутренний диаметр 6.4 мм, внешний – 7.0 мм. К сожалению, стальные трубки данного профиля и близкого к нему в свободной продаже отсутствуют. Нами были выбраны медные трубки диаметром 6/8 мм, наиболее близкие по внутреннему диаметру к гильзе КД №8. В этих трубках некоторое уменьшение внутреннего диаметра и снижение прочности стальной оболочки компенсируется увеличением толщины оболочки и повышенной плотностью меди (для железа – 7.87 г/см^3 , для меди – 8.96 г/см^3)

В последнее время в рамках антитеррористической деятельности представляет интерес исследование зарядов ВВ, изготовленных в кустарных условиях. Смесей горючее/окислитель имеют оптимальные детонационные способности (минимальный критический диаметр и максимальная скорость детонации) в области плотностей около 1 г/см^3 [3]. Для сравнения таких смесей с индивидуальными БВВ необходимо их исследование в зарядах с одинаковой плотностью. Однако в литературе практически отсутствуют сведения о детонационной способности БВВ пониженной плотности.

В данной работе были проведены исследования детонационной способности тротила пониженной плотности ($\rho = 1.00 \pm 0.03 \text{ г/см}^3$). Для изготовления зарядов был использован тротил, перекристаллизованный из азотной кислоты и измельченный в бытовом дезинтеграторе до размера частиц менее 50 мкм. В качестве ИВВ использовалось органическое вещество перекисного типа с плотностью заряда $0.7-0.8 \text{ г/см}^3$ и скоростью детонации около 3000 м/с. Исследуемое БВВ (около 2 г) запрессовывали в трубки под давлением около 50 ат. ИВВ запрессовывали поверх БВВ при ещё меньших давлениях, чтобы избежать уплотнения основного заряда (давление составляло не более 20 ат). Заряды в медных трубках располагались горизонтально на пластине-свидетеле из оцинкованной стали толщиной 0.5 мм с маркировкой массы ИВВ, габаритов заряда и направления возбуждения детонации. Результат определяли по форме, размеру и характеру следа на пластине-свидетеле и размерам и форме осколков оболочки, пример которых представлен на Рис. 1.

В результате исследования показано, что в случае несрабатывания заряда БВВ отсутствует переходная зона и детонирует только ИВВ. При этом наблюдается четкая корреляция воздействия на медную оболочку заряда с массой заряда ИВВ. Это дает возможность довольно точно определить количество ИВВ, примененное в заряде в данной оболочке.



А



Б



В

Рис. 1. Сборка для определения минимального инициирующего заряда (А), осколки оболочки (Б) и пластина-свидетель после детонации исследуемого заряда (В)

В случае возбуждения детонации, судя по структуре следов на пластине-свидетеле и размеру и форме осколков оболочки, волна проходит полностью по длине заряда с неизменной скоростью. Исследование детонационной способности зарядов тротила пониженной плотности в медных трубках уменьшенного диаметра (4/6 мм) так же показывает полную детонацию. В результате определен МИЗ органического ИВВ для тротила, который составляет 75 мг (для прессованного тротила – 180 мг [5]).

Таким образом, предложена альтернативная методика определения МИЗ, определен МИЗ органического ИВВ для тротила пониженной плотности. Сравнение с литературными данными [1] показывает, что при понижении плотности заряда, по крайней мере до $\rho = 1.0 \text{ г/см}^3$, наблюдается снижение МИЗ.

Петрейкин Александр Аркадьевич студент группы И-53 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Антипов Денис Сергеевич студент группы И-53 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Кунаков Александр Андреевич студент группы И-63 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Левшенкова Людмила Евгеньевна инженер кафедры химии и технологии органических соединений азота, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Левшенков Антон Игоревич к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических соединений азота, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Хмельницкий Л.И. Справочник по взрывчатым веществам (часть 2), Москва, 1961, 842 с.
2. Беляев А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. М: Наука, 1968, 255 с.
3. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ, Москва, 1960, 595 с.
4. Шарнин Г.П., Фалыхов И.Ф. Введение в технологию энергонасыщенных материалов. Казань, 2005, 392 с.
5. Багал Л.И. Химия и технология ИВВ. М., Машиностроение, 1975.

Petrykin Andrey Arkad'evich, Antipov Denis Sergeevich, Kunakov Alexandr Andreevich, Levshenkova Lyudmila Evgenyevna, Levshenkov Anton Igorevich

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

DEVELOPMENT OF THE METHOD FOR DETERMINING THE MINIMUM INITIATION CHARGE LOW DENSITY EXPLOSIVES

Abstract. The method of determining the minimum initiating explosive charges with a reduced density in the copper shells. Determine the minimum initiation charge of primary explosive to TNT in the copper casings of different diameters. The dependence of the minimum density of the initiating charge of TNT, the diameter of the charges, the material and thickness of the shell.

Key words: detonation, the minimum initiation charge, TNT, charges reduced density, the effect of the shell.

УДК 662.215.4

Р. В. Понафидин, А. А. Матвеев, А. В. Дубовик*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1

*e-mail: a-dubovik@mail.ru

ХИМИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СМЕСЯХ ГАЛОИДВИНИЛОВЫХ ПОЛИМЕРОВ С ПАП-2 ПРИ УДАРЕ

В теории чувствительности к удару взрывчатых систем типа окислитель-горючее о химических взаимодействиях в очагах возбуждения взрыва при ударе принято считать по наличию характерного минимума на зависимостях критических параметров инициирования от состава смесей. Его происхождение объясняется образованием высокоэнтальпийных продуктов взаимодействия. Однако зависимость параметров от состава может смениться на монотонный закон при образовании низкоэнтальпийных продуктов.

Ключевые слова: полимеры, взрывоподобные и взрывные реакции, чувствительность к удару

Введение

Полимерные материалы и композиции на их основе находят широкое применение в различных областях народного хозяйства. Если о горючести и пожароопасности этих материалов хорошо известно, то о таком явлении как взрывоопасность при механических воздействиях имеются только отрывочные и не всегда достоверные сведения. Дело в том, что с точки зрения взрывника рассматриваемые материалы, не содержащие в своем составе нестабильные эксплозорные группы, отрыв которых от молекулы химического соединения инициирует взрывные реакции, не могут рассматриваться как взрывчатые вещества. Однако, как было установлено в экспериментах с галоидвиниловыми полимерами [1], в таких материалах при ударе легко возникают взрывоподобные реакции (ВПР), обладающие всеми внешними признаками взрывных реакций (экзотермичность, звук, дым, радиационная вспышка), кроме самораспространения в виде горения или детонации. Заметим, что указанные эксперименты проводились на лабораторных образцах малой массы (доли грамма), поэтому судить о невозможности саморазвития ВПР в многотонных массах полимеров и композитов, обращающихся в промышленном масштабе, было бы весьма неосмотрительно.

С целью пополнения данных о характере протекания ВПР в полимерных материалах в данной работе проведены эксперименты с ударом по галовиниловым полимерам и их композициям с алюминием марки ПАП-2. Обнаружены явления типа ВПР при ударе по зарядам штатного ПАП-2. Сделан вывод о влиянии эффектов химического взаимодействия в очагах взрыва при ударе на особенности зависимостей критических параметров инициирования взрыва от состава смесей.

Эксперимент

Используемые в экспериментах поливинилхлорид (ПВХ), сополимер винилхлорида с винилиденхлоридом 40/60 (СВДХ) и сополимер дифторэтилена с тетрафторэтиленом 95/5 (Ф-2М)

представляли собой полидисперсные (размером менее 0,1 мм) порошки белого цвета. Экспериментальное определение чувствительности к удару проводилось по методу критических давлений [2]. В соответствии с этим методом из исходного материала прессовали (под давлением 0,3-0,5 ГПа) заряды в виде дисков диаметром $D=10$ мм и толщиной h от 0,1 до 1,0 мм. В качестве ударного инструмента применяли вертикальный копер К-44-П с грузом массой 10 кг, который сбрасывали с высоты 0,5 м. Давления разрушений зарядов при ударе P_0 измеряли тензометрическим методом. Изменение напряжения на тензодатчике и сигнал от фотоприемника ФД-10Г (светочувствительность в диапазоне 0,5-1,75 мкм) о моменте возникновения взрыва регистрировали одновременно на осциллографе Velleman PCS-500 (полоса пропускания 0-50 МГц) и далее обрабатывали на компьютере. Градуировку тензодатчика проводили в эксперименте с холостым ударом на копре и использованием закона сохранения импульса при ударе.

По полученным данным строили зависимости давлений P_0 от толщины зарядов h_0 , на которых отмечали переходы от простых разрушений к разрушениям со взрывом. Таким образом найдены критические параметры инициирования ВПР при ударе - для ПВХ: давление $P_{кр} = 0,49$ ГПа, толщина заряда $h_{кр} = 0,74$ мм, для СВДХ: $P_{кр} = 0,36$ ГПа, $h_{кр} = 0,50$ мм. По гиперболической зависимости давлений разрушения от толщины образцов $P_0 = \sigma_0(1 + 0,192D/h)$ определены средние прочности на сжатие зарядов при ударе $\sigma_0 = 140$ МПа для ПВХ и 80 МПа для СВДХ.

По аналогии с предыдущими опытами проведены копровые эксперименты по определению критических параметров механического инициирования смесей ПВХ и СВДХ с алюминиевой пудрой марки ПАП-2. Последняя представляет собой мелкодисперсный порошок из частиц чешуйчатой формы размером 0,25 – 0,5 мкм толщиной и длиной 20 – 30 мкм. Частицы покрыты тонкой жировой пленкой, в состав которой входит в основном стеариновая кислота, общее содержание жирового

покрытия составляет 5 % (масс.). На рисунке приведены зависимости $P_{кр}$ композитов из ПВХ (1) и СВДХ (2), Ф-2М (3) от содержания в них алюминия α .

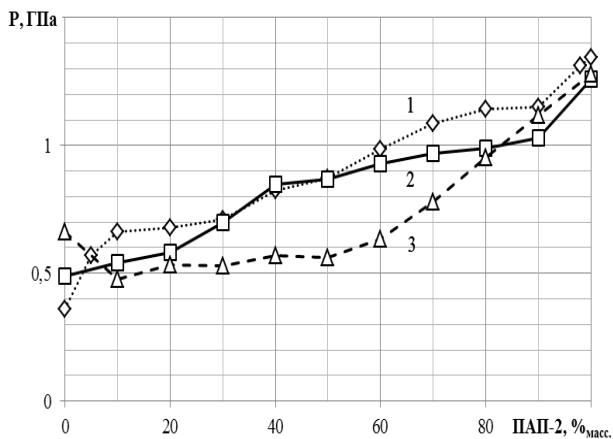


Рисунок. Зависимости критического давления ($P_{кр}$) композитов из ПВХ (1) и СВДХ (2), Ф-2М (3) от содержания в них алюминия (α)

Как видно из рисунка кривые (1) и (2) монотонно возрастают от $P_{кр}(0)$ до своих значений $P_{кр}(100)$. ПАП-2 в узком диапазоне толщин зарядов отчетливо проявляет все признаки ВПР – дымообразование, звук, сигнал фотодиода при ударе. Формальной процедурой использования метода критических давлений установлены «критические» параметры удара по зарядам ПАП-2: давление 1,3 ГПа, толщина заряда 0,6 мм, средняя прочность на сжатие 304 МПа. Установить однозначную причину «взрывов» при ударе по зарядам ПАП-2 пока не представляется возможным. Например, ВПР может быть следствием механической абляции и газификации (испарения) жировой пленки с последующей ее реакцией на свежесформированных поверхностях алюминиевых частиц при их совместном радиальном истечении из-под роликов испытательного прибора во время разрушения заряда.

Обращает на себя внимание факт отсутствия характерного минимума на кривых $P_{кр}(\alpha)$, который свидетельствовал бы о наличии эффективного химического взаимодействия продуктов «взрыва» ПВХ или СВДХ с алюминием, который виден на кривой (3) в виде плато в диапазоне $\alpha=0,1-0,5$.

Для предварительного выяснения причин отмеченного расхождения в ходе кривых для хлор- и фторсодержащих полимеров обратимся к результатам расчетов состава и параметров равновесных продуктов высокотемпературного распада изучаемых смесей, полученных по термодинамической программе Real [3]. В табл. приведены максимальные значения температур T_m и представительных

продуктов реакций (% моль.), реализуемых при различных значениях α (справа от параметра).

Из табл. следует, что основными равновесными продуктами терморазложения полимеров являются газообразные галоидводороды и твердофазный углерод. При добавлении в системы алюминия происходит его взаимодействие с галоидводородами, при этом образуются хлорид и фторид алюминия. Причем максимум реализуемых температур в системах приходится как раз на максимум образования соответствующих галоидов алюминия. При дальнейшем добавлении алюминия в рассматриваемые системы возможно образование карбида Al_4C_3 , однако наблюдаемый спад температуры при росте α , связанный с повышенным теплообменом на контактных поверхностях ударника, препятствует протеканию указанных реакций.

Для проверки данного предположения проведен качественный химический анализ продуктов ВПР, образующихся при ударе по заряду с $h=0,35$ мм из смеси СВДХ/ПАП-2 50/50. Выбор данной смеси вытекал из расчетов, приведенных в табл., согласно которым при указанном составе ожидалось образование всех перечисленных продуктов, включая чистый алюминий.

Обсуждение результатов и выводы

Несмотря на плохую растворимость продуктов ВПР смеси СВДХ/ПАП-2 в воде, была приготовлена серия водных вытяжек, которые исследовали на содержание ионов алюминия и хлора. Во всех случаях полученный раствор отделяли фильтрованием от нерастворимого остатка, разбавляли в два раза дистиллированной водой и проводили качественный анализ на обнаружение катионов алюминия по реакции с концентрированным водным раствором аммиака: $Al^{3+} + 3(NH_3 \cdot H_2O)(конц.) \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4Cl$. В результате получили нерастворимый в избытке аммиака аморфный осадок гидроксида аммония.

Качественная реакция на хлорид-ионы протекала по уравнению $Cl^- + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + NO_3^-$ с образованием белого творожистого осадка хлорида серебра. Подобные реакции наблюдались при их проведении в водной вытяжке и после растворения исходного вещества в серной и азотной кислотах, а также при растворении в кислотах аморфного остатка, образующегося после растворения исследуемой твердой фазы в щелочи. Это позволяет сделать вывод о том, что в состав продуктов, образующихся в результате протекания ВПР, входят соединения, содержащие определяемые ионы и, следовательно, хлорид алюминия и хлороводород.

Таблица. Результаты расчёта программой Real состава продуктов и температуры реакций

Состав	T_m , К	С			HCl		HF		AlCl ₃		AlF ₃		Al ₄ C ₃	
СВДХ/ПАП-2	2250	0,15	0,30	0	0,67	0	-	-	0,45	0,15	-	-	0,47	0,55
Ф-2М/ПАП-2	2180	0,2	0,38	0	-	-	0,55	0	-	-	0,59	0,2	0,56	0,6

Частичное растворение исследуемой твердой фазы в кислотах и получение аморфного остатка после растворения в щелочи приводят к выводу о том, что в составе твердой фазы содержится аморфный углерод, образующийся в процессе термического разложения полимера. Интенсивное выделение водорода при растворении исследуемого вещества в концентрированном растворе щелочи свидетельствует о наличии непрореагировавшего алюминия. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что в продуктах ВПР в смеси полимера СВДХ с ПАП-2 содержатся остаточный алюминий, аморфный углерод, HCl и AlCl₃. Карбид алюминия отсутствует. Хотя аналогичный анализ продуктов ВПР в смеси Ф-2М с ПАП-2 не проводился, имеется твердая уверенность в том, что в них присутствуют алюминий, углерод, HF и AlF₃. Карбид алюминия также отсутствует.

Полученных данных представляется достаточным, чтобы указать на причину отсутствия минимума на кривых $P_{кр}(\alpha)$ у смесей ПВХ и СВДХ с ПАП-2. Дело в том, что введение алюминия в смесевые системы настолько увеличивает их теплопроводность, что несмотря на наличие в

продуктах ВПР хлорида алюминия ($\Delta H_f^\circ = -704$ кДж/моль) конвективные потери тепла при динамическом разрушении зарядов превышают их приток вследствие протекания экзотермической реакции. В случае образования при ВПР высокоэнтальпийного AlF₃ ($\Delta H_f^\circ = -1510$ кДж/моль) в смеси Ф-2М/ПАП-2 тепловыделение вследствие ВПР превышает теплотери, что способствует некоторому снижению критических параметров инициирования взрыва при ударе.

Итак, на основе полученных экспериментальных данных в работе установлено, что наличие продуктов сравнительно слабого химического взаимодействия, характеризуемого недостаточным высоким тепловыделением, в очагах взрыва систем типа окислитель-горючее при ударе не влияет на монотонность хода зависимостей критических параметров инициирования от состава смесей. Только при наличии достаточно сильного взаимодействия между продуктами распада окислителя и горючего компонента смесей может проявиться характерный минимум на кривых $P_{кр}(\alpha)$.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, научный проект № 14-03-00333

Понафидин Роман Витальевич, студент кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, г. Москва.

Матвеев Алексей Анатольевич, аспирант кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, г. Москва.

Дубовик Александр Владимирович, д. ф.-м. н., профессор кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, г. Москва.

Литература

1. Дубовик А. В., Матвеев А. А. Взрывоподобные реакции в галоидвиниловых полимерах при ударе // Химическая физика, 2014. Т. 33, № 4. С. .
2. Дубовик А. В. Чувствительность твердых взрывчатых систем к удару. – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. –276 с.
3. Белов Г. В. Термодинамическое моделирование: методы, алгоритмы, программы. – М.: Научный мир, 2002. –184 с.

*Ponafidin Roman Vital'evich, Matveev Alexey Anatol'evich, Dubovik Alexander Vladimirovich**

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: a-dubovik@mail.ru

CHEMICAL INTERACTIONS IN MIXES HALOID VINYL POLYMERS WITH PAP-2 AT IMPACT

Abstract

The theory of sensitivity to the impact of explosive systems such as fuel-oxidizer on chemical interactions in the centers of excitation of explosion is considered to be characteristic for the presence of a minimum on the dependence of the critical parameters of the initiation of the composition of the mixtures. Its origin is due to the formation of high-enthalpy reaction products. However, the dependence of the parameters of the composition may be replaced by the law on the formation of a monotonous low-enthalpy products.

Key words: polymers, explosion-like and explosion reactions, sensitivity to impact

УДК 662.352:662.311.11

К.А. Прасол, Ю.С. Березин, В.А. Сизов, А.П. Денисюк*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: denisap@rctu.ru

ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ГОРЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗЫ И МОДЕЛЬНОГО ПОРОХА НА ЕЁ ОСНОВЕ

Исследовано влияние катализаторов на скорость горения и термическое разложение нитроцеллюлозы (НЦ) и модельного пороха на ее основе. Показано, что исследованные катализаторы не оказывают влияния на скорость горения и замедляют термическое разложение НЦ, но существенно увеличивают скорость горения и распад пороха. Значительное увеличение скорости горения пороха с катализаторами обусловлено их влиянием на сажином каркасом, образующимся на поверхности горения пороха, при этом ведущей зоной горения становится зона над поверхностью горения.

Ключевые слова: термический распад, катализ, скорость горения, углеродные нанотрубки, нитроцеллюлоза, порох.

В работе [1] изучено влияние высокоэффективных катализаторов как на скорость горения, так и на термическое разложение нитроцеллюлозы (НЦ) и модельного пороха А, состоящим из 50% НЦ и 50% нитроглицерина (НГЦ). Установлено, что катализаторы гораздо эффективнее влияют на скорость горения пороха, по сравнению с НЦ (при давлении 2 МПа $Z = 4$ для пороха и 1,2 для НЦ, где $Z = U_k/U_o$, где U_k и U_o - скорость горения образца с катализатором и без него, соответственно). Цель данной работы – выяснить, как будут влиять другие катализаторы на горение и термическое разложение указанного пороха и НЦ при давлении 0,1 – 2 МПа.

В качестве катализаторов использовались органические соли меди и никеля в сочетании с углеродными нанотрубками, которые существенно повышали эффективность действия катализаторов при горении низкокалорийного порохов [2] и не оказывали влияния на скорость их термического разложения [3]. Катализаторы вводили в повышенном количестве (14%) для того, чтобы увеличить поверхность контакта добавок с нитроцеллюлозой или с порохом. Добавки вводили в порох перед стадией вальцевания во влажную массу и из полученного полотна получали методом проходного прессования шашки диаметром 7 мм для определения скорости горения в приборе постоянного давления. Нитроцеллюлоза предварительно подсушивалась и в сухую массу вводили добавки и тщательно перемешивали, после чего методом глухого прессования изготавливали шашки.

Образцы сжигали в бронировке в интервале давления 0,1 – 2 МПа, в котором катализаторы оказывают наибольшее влияние на скорость горения порохов практически любого состава. Эксперименты показали, что добавки не оказывают влияния на скорость горения нитроцеллюлозы, и значительно увеличивают скорость горения пороха: при давлении 0,1 МПа в 4 раза, и в 5,4 раза при 1 МПа, зависимость $Z(p)$ проходит через максимум (рис. 1).

Термическое разложение пороха и НЦ проводили в стеклянных компенсационных манометрах типа Бурдона при 120 °С: для образца без катализаторов значение m/v равно 0,0151 г/см³, для образца с катализаторами - 0,0052 г/см³. Эвакуирование воздуха из реакционного сосуда производилось в течение ~ 25 минут при комнатной температуре и ~ 15 минут при температуре 70 °С. За это время из образца пороха произошло полное удаление влаги. Для образца с катализаторами полное удаление влаги произошло при температуре опыта. Возможно, это обусловлено наличием сорбированной влаги и летучих продуктов на внутренней поверхности углеродных нанотрубок и на катализаторах. После выделения летучих продуктов распад образца идет с постоянной скоростью, равной 0,165 см³/г*мин, что в ~ 6 раз выше, чем для пороха без катализаторов. Результаты представлены на рис. 2.

Образцы нитроцеллюлозы с катализаторами и без них были исследованы при температуре 145 °С, $m/v \sim 0,01$ г/см³. В отличие от пороха распад образца нитроцеллюлозы без катализаторов идет с большей скоростью, чем образца с катализаторами (рис. 3).

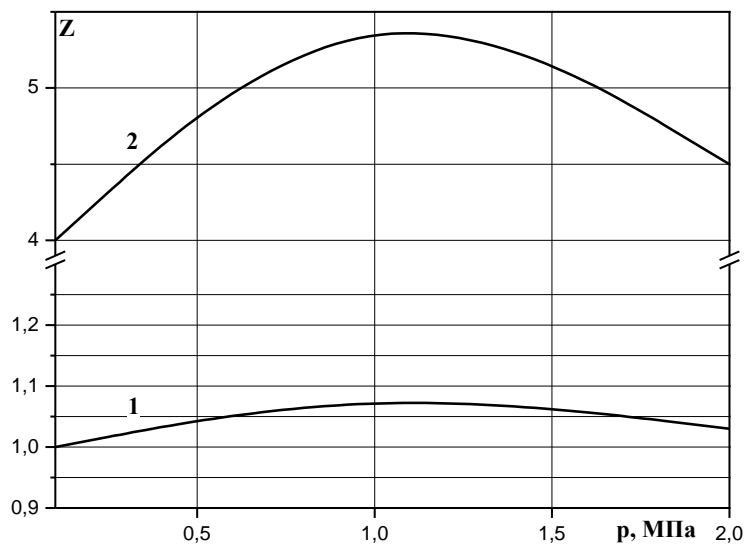


Рис. 1. Зависимость эффективности действия катализаторов от давления: 1 – НЦ + 14% катализаторов, 2 – порошок + 14% катализаторов

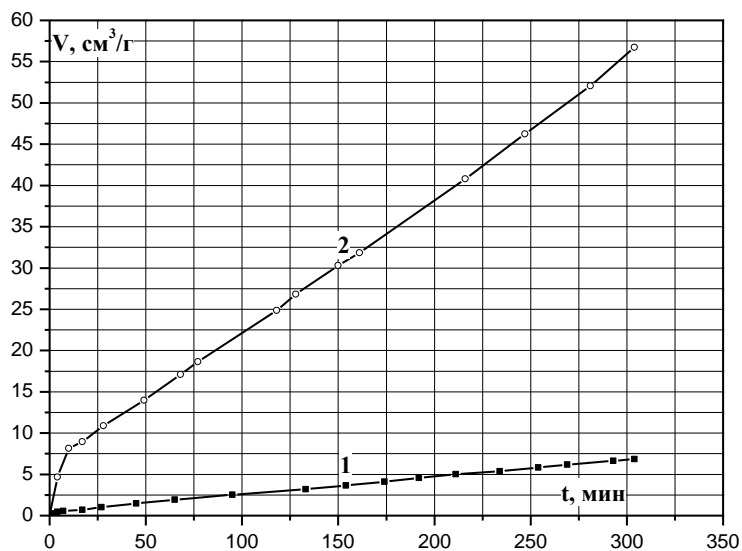


Рис. 2. Влияние катализаторов на термическое разложение пороха при температуре 120 °С: 1 – без катализаторов; 2 – 14% катализаторов

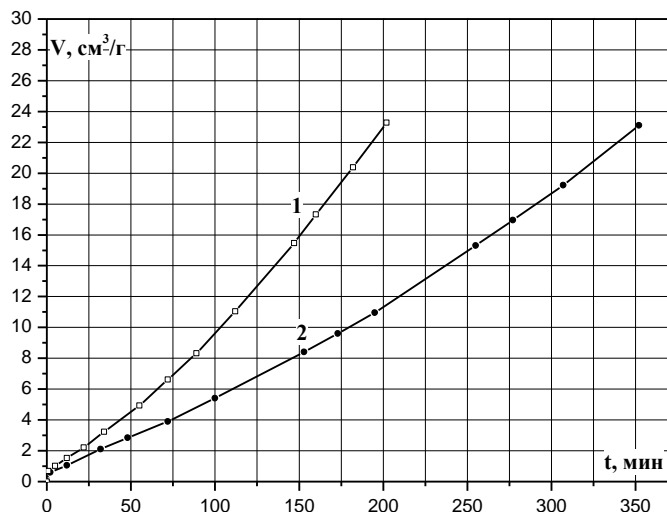


Рис. 3. Влияние катализаторов на термическое разложение нитроцеллюлозы при температуре 145 °С: 1 – без катализаторов; 2 – 14% катализаторов

Таким образом, исследованные катализаторы не оказывают влияния на скорость горения НЦ и замедляют её термическое разложение. В отличие от НЦ они существенно увеличивают скорость горения пороха, в 4 – 5,4 раза, но при этом значительно увеличивают скорость его термического разложения, что в принципе может отразиться на химической стойкости пороха. Этот результат принципиально отличается от результатов по влиянию эффективного катализатора горения - фталата никеля-свинца [3], который совершенно не влияет на термическое разложение низкокалорийного пороха. В отношении зоны влияния исследованного катализатора при горении высококалорийного пороха отметим следующее: увеличение скорости его горения не может быть связано с влиянием на

разложение. Предварительные исследования на порохе с более высоким (60%) количеством НЦ показали, что катализаторы, увеличивая скорость разложения, снижают его энергию активации, и потому их влияние не будет проявляться при горении в реакционном слое к-фазы при температуре, намного превышающей температуры, при которых проводились эксперименты. Таким образом, как было установлено ранее [4,5], значительное увеличение скорости горения пороха с катализаторами обусловлено их влиянием на сажистом каркасе, образующимся на поверхности горения пороха, ведущей зоной горения является зона над поверхностью горения, а не реакционный слой к-фазы.

Прасол Кристина Александровна, студентка 5 курса инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Березин Юрий Сергеевич, студент 5 курса инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Сизов Владимир Александрович, аспирант, ведущий инженер кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Денисюк Анатолий Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Сизов В.А., Денисюк А.П., Алфимов В.Н., Родионова Л.В., Мисюрин Ю.А. Влияние катализаторов на разложение и горение нитроцеллюлозы и модельного пороха на её основе/ Успехи в химии и химической технологии – 2014 – Т.ХХVIII. – С.94-99.
2. Киричко В.А., Сизов В.А., Денисюк А.П. Влияние углеродных нанотрубок на эффективность действия катализаторов горения низкокалорийного пороха// Статья в этом сборнике
3. Березин Ю.С., Сизов В.А., Денисюк А.П. Влияние катализаторов на горение и термический распад низкокалорийного пороха// Статья в этом сборнике
4. Сизов В.А., Демидова Л.А., Денисюк А.П. Механизм влияния катализаторов при горении низкокалорийного пороха// Успехи в химии и химической технологии – 2015 – Т.ХХIX. - №8. – С.16-20
5. Денисюк А.П., Демидова Л.А., Галкин В.И. Ведущая зона горения баллистических порохов с катализаторами// Физика горения и взрыва. – 1995. - Т.31. - №2. - С.32-40.

Prasol Kristina Aleksandrovna, Berezin Yury Sergeevich, Sizov Vladimir Aleksandrovich, Denisjuk Anatoliy Petrovich,*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: denisap@rctu.ru

CATALYST INFLUENCE ON THE BURNING RATE AND THERMAL DECOMPOSITION OF NITROCELLULOSE AND MODEL PROPELLANT

Abstract

Influence of catalysts on the burning rate and thermal decomposition of nitrocellulose and model propellant was investigated. It was shown that catalysts significantly accelerate burning rate and decomposition of the propellant but slowing decomposition and doesn't effect on the burning rate of nitrocellulose. Formation of the carbon frame on the combustion surface is making for increase of the burning rate of the propellant.

Key words: thermal decomposition, catalysis, burning rate, nitrocellulose, carbon nanotubes, propellant.

УДК 544.421.42:536.755

А.В. Раков, А.П. Денисюк, Д.Б. Михалёв*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: denisap@muctr.ru

ВЛИЯНИЕ ФОРСИРОВАННОГО ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ АЭРОЗОЛЬОБРАЗУЮЩИХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ НА СКОРОСТЬ ИХ ГОРЕНИЯ И ОГNETУШАЩУЮ СПОСОБНОСТЬ

Изучено влияние форсированного старения АПТ на основе пластифицированной фенолформальдегидной смолы при температурах 90 и 145⁰С. Показано, что они обладают высокой термической устойчивостью: после термостатирования зарядов при 90⁰С в течение 435 часов скорость их горения и огнетушащая способность не изменяются. Можно полагать, что эти топлива будут иметь длительные сроки эксплуатации.

Ключевые слова: аэрозольобразующие пожаротушащие топлива (АПТ), форсированное старение, скорость горения, огнетушащая способность (ОТС).

В настоящее время для тушения пожаров широко используются газогенераторы, в которых применяются аэрозолеобразующие пожаротушащие топлива (АПТ), окислителем и аэрозолеобразующим компонентом в которых является нитрат калия (НК) или его смесь с перхлоратом калия (ПХК). При горении таких топлив образуется аэрозоль, частицы которого обрывают цепные реакции в пламени при горении органических веществ в воздухе.

В РХТУ им. Д.И. Менделеева разрабатываются составы АПТ, в которых в качестве единственной полимерной основы используется фенолформальдегидная смола (ФФС), пластифицированная различными сложными эфирами [1] или полигликолями [2]. Заряды из этих топлив получают с использованием вальцевания и проходного прессования.

Такие топлива обладают высокой огнетушащей способностью (ОТС), экологической чистотой образующихся продуктов горения, повышенными физико-механическими характеристиками по сравнению с зарядами, полученными методом глухого прессования, а также достаточно высокой термической стабильностью при 90⁰С. Шашки топлива диаметром 7 мм и высотой ~20 мм на основе ФФС, пластифицированной дибутилфталатом (ДФБ) сохраняют первоначальную скорость горения и ОТС после длительного (~29 суток) термостатирования при 90⁰С.

Отметим, что определение гарантийных сроков эксплуатации АПТ на основе данных форсированного старения является сложной задачей, в том числе из-за недостаточной изученности этого вопроса, в частности отсутствие данных о взаимосвязи между составом топлива и стабильностью его свойств при хранении.

Целью данной работы является дальнейшее изучение влияния длительного термостатирования топлив различного состава при повышенной температуре на их работоспособность.

В качестве объекта исследования использовали образцы, отличающиеся от ранее изученных тем, что в их составе использовалась другая партия ФФС марки А-112, при этом образец №1 (коэффициент избытка окислителя (α) равен ~1) содержал 10% смолы и 5% ДБФ, а также 0,1% мелкодисперсной сажи. Образец 2 содержал повышенное количество связующего (14% ФФС и 7% ДБФ) за счет уменьшения содержания окислителей ($KNO_3 + KClO_4$), что привело к значительному снижению величины α до 0,7. Шашки диаметром ~7 мм и высотой ~25 мм, термостатировали в закрытых и открытых пробирках при температуре 90⁰С и 145⁰С различное время и после охлаждения определяли скорость их горения и ОТС.

Скорость горения образцов определяли на цилиндрических шашках диаметром 7 мм и высотой 20-25 мм, бронированных по боковой поверхности трубкой из ПВХ. Огнетушащую способность (ОТС) оценивали путем определения зависимости времени (τ) погасания пламени горелки на изопропанол от массы (m) сгоревшего АПТ в шкафу объемом 300 л. За числовую характеристику ОТС ($г/м^3$) принимали массу заряда, отвечающую характерному перелому на кривой $lg \tau(m)$ и отнесенную к рабочему объему испытательного шкафа. Чем меньше значение этого параметра, тем выше ОТС.

Основные результаты опытов представлены в табл. 1 и заключаются в следующем:

Скорость горения и ОТС образца с $\alpha=1$ без термостатирования равны 5,3 мм/с и 10,9г/м³, соответственно, для образца с $\alpha =0,7$ $U=7,6$ мм/с, $ОТС =9,7$ г/м³.

Таблица 1. Влияние длительного термостатирования при различной температуре на характеристики АПТ различного состава.

№ образца	α	Температура, °С	Условия	время термостатирования, ч	убыль массы, %	U, мм/с	ОТС, г/м ³
1	1	90	открытая пробирка	192	0,3	5,6	10,5
			закрытая пробирка	435	0,3	5,5	10,4
		145	открытая пробирка	4,3	0,5	5,5	11,1
				8	0,51	5,4	10,5
2	0,7	145	открытая пробирка	2	0,5	8,6	8,7

При длительном (192 и 435 часов) времени термостатирования шашек при 90⁰С как в закрытых, так и в открытых пробирках, убыль массы составила всего 0,3%, при этом основное изменение произошло после первых 24 часов термостатирования. Но главное заключается в том, что после термостатирования скорость горения и ОТС образцов практически сохранились: скорость горения увеличилась с 5,3 до 5,5 мм/с (на ~4%), а значения ОТС находятся в пределах разброса измерения ($\pm 7\%$). Высокая термическая стабильность этого состава подтверждена результатами опытов при 145⁰С: после достаточно длительного термостатирования (8 часов) работоспособность заряда сохранилась: скорость горения и ОТС остались без изменения.

Отметим, что потеря массы из образцов, вероятнее всего, происходит за счет удаления пластификатора и разложения небольшого количества смолы. Это подтверждается тем, что после термостатирования несколько повысилась хрупкость образца, а также результатом специально

поставленного опыта по разложению образца в замкнутом объеме при последовательном термостатировании образца при 145⁰С (~6 часов), за тем при 180⁰С (3 часа) и 200⁰С (3 часа). В результате из образца выделилось небольшое количество газов, 90% которых сконденсировались при охлаждении сосуда до температуры ~0⁰С. Вероятнее всего этим веществом является формальдегид, образующийся при деструкции смолы.

Достаточно высокая термическая устойчивость при 145⁰С присуща и образцу, содержащему повышенное количество связующего. После двух часов термостатирования его скорость горения и ОТС почти не изменились (табл. 1)

Таким образом, на основании ранее проведенных исследований и полученных в данной работе результатов можно сделать вывод о высокой термической устойчивости зарядов АПТ различного состава на основе пластифицированной фенолформальдегидной смолы, что должно обеспечить длительные сроки их гарантийного хранения.

Раков Алексей Вадимович, студент 5 курса инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Денисюк Анатолий Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Михалёв Дмитрий Борисович, старший преподаватель кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Русин Д.Л., Денисюк А.П., Шепелев Ю.Г., Михалев Д.Б. Пиротехнический аэрозольобразующий огнетушащий композиционный материал и способ его получения. Патент № 2185865. 2002 г.
2. Русин Д.Л., Денисюк А.П., Нгуен Дык Лонг. Разработка полимерных композитов – аэрозольобразующих пожаротушащих топлив по энергосберегающей технологии. «Химическая промышленность сегодня», 2007, № 1. С. 10-15.
3. И.И. Макаров, А.П. Денисюк, Д.Л. Русин. Влияние длительного термостатирования на свойства аэрозольобразующих пожаротушащих топлив. Успехи в химии и химической технологии «МКХТ-2003». т.ХVII, №9(34), М., РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003, с.33-38.

*Rakov Aleksey Vadimovich, Denisjuk Anatoliy Petrovich, Mikhalev Dmitry Borisovich**,

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: denisap@muctr.ru

INFLUENCE OF THE FORCE TEMPERATURE CONTROL OF THE AEROSOLFORMATION PROPELLANTS ON THE BASE OF PLASTIFIED PHENOL-FORMALDEHYDE RESIN ON THE BURNING RATE AND FIRE EXTINGUISHING ABILITY

Abstract. The influence of accelerated aging of AFP based on plastified phenol-formaldehyde resin at temperatures of 90 and 145⁰С. It is shown that they possess high thermal stability: after incubation of charges at 90⁰С for 435 hours their burning rate and fire extinguishing ability is not changed. It can be assumed that these fuels will have a long service life.

Key words: aerosolformation propellants, accelerated ageing, burning rate, fire extinguishing capability.

УДК 678.074:541.11

Е.А. Севашко, Ю.М. Лотменцев, Н.Н. Кондакова*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1

* e-mail: natalyakondakova@rambler.ru

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА БНКС-40 С НИТРОЭФИРАМИ

Интерференционным микрометодом исследована термодинамическая совместимость бутадиен-нитрильного каучука с нитроэфирными пластификаторами различной полярности. Построена диаграмма состояния системы каучук БНКС-40 – нитроглицерин. Фазовая устойчивость пластифицированных композиций при отрицательных температурах изучена методом ДСК. Признаки фазового расслоения обнаружены на термограммах, содержащих более 80% нитроглицерина. Менее полярный нитроэфирный пластификатор ДНСД неограниченно совместим с каучуком в диапазоне температур $\pm 50^\circ\text{C}$.

Ключевые слова: термодинамическая устойчивость, нитроэфиры, бутадиен-нитрильные каучуки.

Одним из требований, предъявляемым к энергетическим материалам, является стабильность их фазового состава и связанного с этим комплекса эксплуатационных характеристик. Отличительной чертой энергетических материалов на основе активных связующих является высокое содержание энергонасыщенных пластификаторов. При изготовлении и эксплуатации таких материалов необходимо исключить возможность экссудации свободного, термодинамически не связанного с полимером, взрывоопасного пластификатора. Обоснование предельно допустимых концентраций пластификатора проводится на основании исследований термодинамической совместимости пластификатора с полимерным компонентом связующего. Ранее в работах [1, 2] было показано, что особенностью термодинамических свойств растворов нитроэфирных пластификаторов в каучуке СКН-40 является низкий уровень термодинамического сродства компонентов, что обуславливает ограниченную совместимость этих компонентов. В этих работах были получены принципиально различные диаграммы состояния системы каучук СКН-40 – НГ. Значительное различие величин критической температуры растворения и пределов совместимости НГ с каучуком было объяснено различием величин молекулярной массы каучуков, использованных разными авторами.

Целью настоящей работы является исследование термодинамической совместимости бутадиен-нитрильного каучука БНКС-40 с нитроэфирными пластификаторами, различающихся химическим строением и полярностью молекул.

Объекты и методы исследования

В качестве пластификаторов были использованы нитроглицерин (НГ) и смесивой пластификатор ДНСД, представляющий собой эквимолекулярную смесь 1-метил-2-[2-(нитроксид)этокси]этилнитрата и 2-[1-метил-2-(нитроксид)этокси]этилнитрата. В качестве полимера был использован бутадиен-нитрильный каучук БНКС-40, являющийся аналогом каучука СКН-40. Молекулярно-массовые характеристики каучука БНКС-40: массовая доля

связанного акрилонитрила – 40 %; вязкость по Муни при 100°C равна 56; среднемолекулярная масса $\bar{M}_w = 202200$, среднечисловая молекулярная масса $\bar{M}_n = 48700$, коэффициент полидисперсности $K = \bar{M}_w / \bar{M}_n = 4,2$; содержание гелевой фракции – 1%.

Для исследования термодинамической совместимости нитроэфиров с каучуками был использован диффузионный интерференционный микрометод, основанный на измерении концентрационного профиля в зоне взаимодиффузии пластификатора и полимера [3]. Дополнительное независимое заключение о фазовой устойчивости связующих проводили на основании анализа зависимостей температуры их стеклования от состава. Для измерения температуры стеклования использовали метод дифференциальной сканирующей калориметрии. Эти измерения проводили с помощью калориметра “Mettler-Toledo DSC-822^с” в температурном диапазоне от -100°C до 100°C при скорости нагревания 10 град/мин и скорости продувки печи азотом 50 мл/мин. Предварительно калориметр калибровали по индию и цинку.

Результаты исследований

Примеры интерферограмм и концентрационных профилей зоны взаимодиффузии НГ с каучуком БНКС-40 приведены на рис. 1 и 2. При температурах ниже 50°C на концентрационном профиле имеется разрыв, связанный с достижением предела растворимости НГ в каучуке. Предел совместимости НГ с каучуком при температуре 18°C равен 84%. Повышение температуры приводит к увеличению совместимости НГ с полимером. Фазовая граница исчезает при температурах выше 55°C и интерферограммы принимают вид, характерный для неограниченно совместимых компонентов.

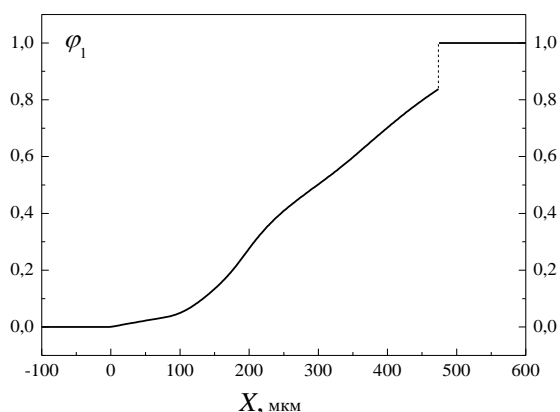
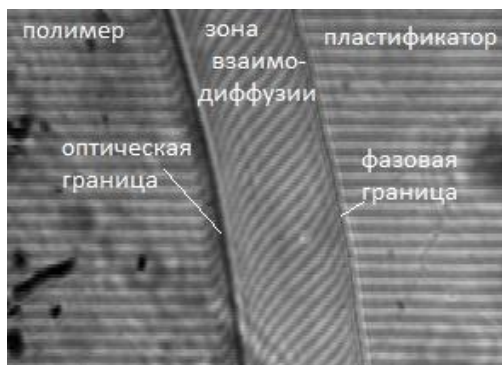


Рис. 1. Интерферограмма и профиль концентрации НГ в зоне взаимодиффузии с каучуком БНКС-40. Температура 18°C. Время диффузии 69 мин.

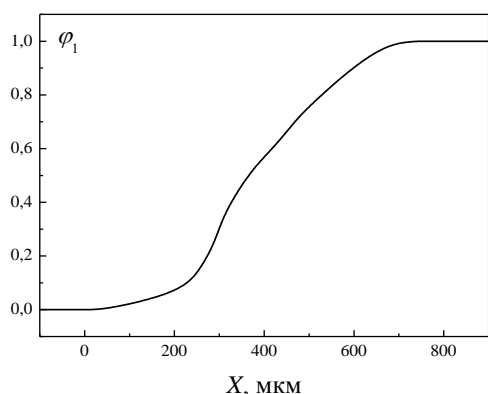
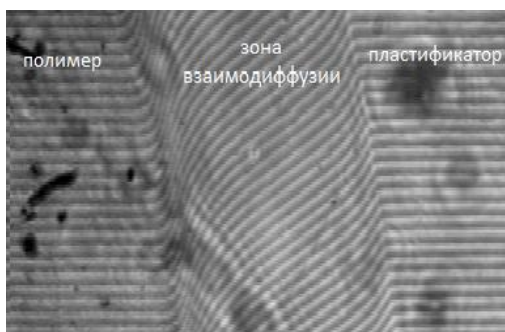


Рис.2. Интерферограмма и профиль концентрации НГ в зоне взаимодиффузии с каучуком БНКС-40. Температура 55°C. Время диффузии 34 мин.

На рис. 3 приведена диаграмма состояния системы на основе каучука БНКС-40 и НГ, построенная по результатам интерференционных измерений. На этом же рисунке приведены ранее опубликованные [1, 2] диаграммы аналогичной системы на основе каучука СКН-40. Сравнение

диаграмм позволяет сделать вывод, что положение бинадальных кривых, разделяющих области термодинамически устойчивых однофазных и неустойчивых двухфазных растворов, сильно зависит от молекулярно-массовых характеристик каучуков.

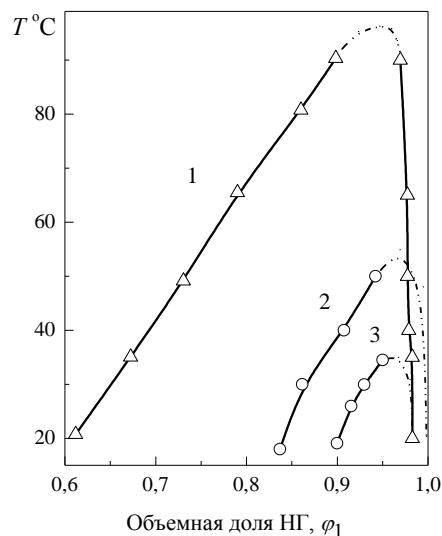


Рис. 3. Диаграммы состояния систем на основе бутадиен-нитрильных каучуков и НГ:

- 1 – СКН-40 ($M_n = 82000$, $M_w = 205000$, $M_w/M_n = 2,5$) [1]; 2 – БНКС-40 ($M_n = 48700$, $M_w = 202200$, $M_w/M_n = 4,2$); 3 – БНКС-40 ($M_w = 178000$) [2].

Низкая термодинамическая совместимость каучуков СКН-40 и БНКС-40 с нитроглицерином обусловлена, вероятно, несоответствием величины полярности компонентов полимерного связующего. Это предположение подтверждается результатами интерференционных исследований совместимости каучука БНКС-40 с менее полярным смесевым нитроэфиром ДНСД. Этот пластификатор неограниченно совместим с каучуком БНКС-40 при положительных температурах. Исследования термодинамической устойчивости пластифицированных композиций методом ДСК показали, что связующие, содержащие более 80% НГ, имеют две области стеклования, что является признаком аморфного фазового расслоения (рис. 4, термограмма 1). Связующие, на основе менее полярного пластификатора ДНСД, сохраняют фазовую устойчивость и при отрицательных температурах (рис. 4, термограмма 2)

Заключение

Изучена термодинамическая устойчивость связующих на основе бутадиен-нитрильного каучука БНКС-40 и нитроэфирных пластификаторов. Построена диаграмма состояния системы каучук БНКС-40 – НГ. Показано, что для обеспечения термодинамической устойчивости композиций в широком диапазоне температур необходимо использовать нитроэфиры пониженной полярности, например, пластификатор ДНСД.

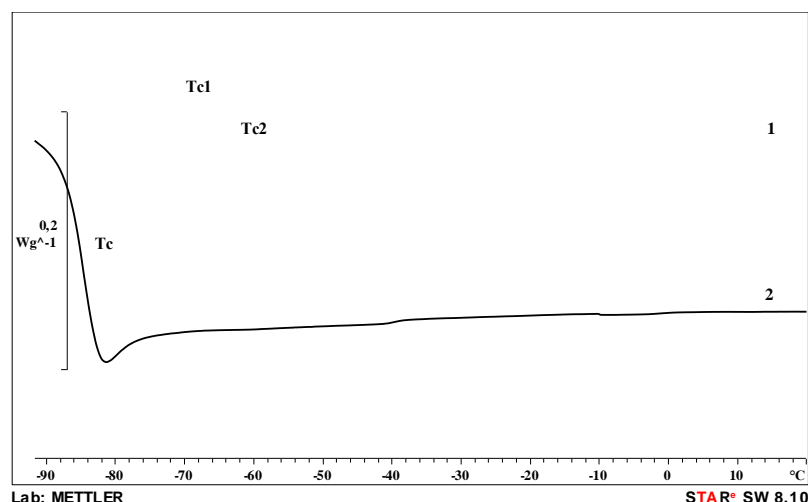


Рис. 4. Термограммы связующих на основе каучука БНКС-40 (п.4019) и пластификаторов: 1 – НГ; 2 – ДНСД. Соотношение полимер/ пластификатор 15/85.

Севашко Евгения Александровна, студентка 5 курса ИХТ факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Лотменцев Юрий Михайлович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры ХТВМС РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Кондакова Наталья Николаевна, ведущий инженер кафедры ХТВМС РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Чалых А.Е. Диаграммы фазового состояния полимерных систем. / Чалых А.Е., Герасимов В.К, Михайлов Ю.М. – М.: Изд-во «Янус-К». – 1998. – 215 с.
2. Лотменцев Ю.М. Исследование термодинамической устойчивости связующих энергетических материалов на основе полиэфируретановых и дивинилнитрильных эластомеров / Кондакова Н.Н., Третьякова В.Д., Плешаков Д.В // Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы. – 2009. – №2. – С. 32-37.
3. Малкин А.Я. Диффузия и вязкость. Методы измерения / Малкин А.Я., Чалых А.Е. – М.: Химия. – 1979. – 304 с.

*Sevashko Evgenia Aleksandrovna, Lotmentsev Yuri Mihailovich, Kondakova Natalia Nikolaevna**

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: natalyakondakova@rambler.ru

THERMODYNAMIC COMPATIBILITY OF BUTADIENE-NITRILE ELASTOMER BNKS-40 WITH NITRATE ESTERS

Abstract

The method of optical interferometry was used to study the thermodynamic compatibility butadiene-nitrile rubber with nitrate esters of various polarities. The phase state diagram of system BNKS-40 rubber – nitroglycerine is constructed. Phase stability of the plasticized compositions was studied by the DSK method. Signs of phase separation are found on thermograms of the compositions, containing more than 80% of NG. Less polar plasticizer the DNSD is compatible with the rubber in a temperature range $\pm 50^{\circ}\text{C}$.

Keywords: thermodynamic stability, nitrate esters, butadiene-nitrile rubber.

УДК 662.2+547.426

М.А. Топчий, П.С. Грибанов, А.Ф. Асаченко, Д.В. Плешаков*

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН

119991 Москва, Ленинский проспект, 29, Россия

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,

125047 Москва, Миусская пл., 9, Россия

*e-mail:dmvpl@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕКСАНИТРАТА СОРБИТОЛА И ЕГО РАСТВОРОВ В НИТРОГЛИЦЕРИНЕ И ДИНИТРАТЕ ДИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

В настоящей работе проведено исследование физико-химических свойств гексанитрата сорбитола и его растворов в нитроглицерине и динитрате диэтиленгликоля. С помощью метода дифференциальной сканирующей калориметрии получено значение температуры и энтальпии плавления, определена термическая стойкость гексанитроэфира, и исследованы его растворы в нитроглицерине и динитрате диэтиленгликоля. Показано, что температура и энтальпия плавления, температура начала разложения и температура интенсивного разложения гексанитрата сорбитола составляют 53°C, 84,6 Дж/г, 163,3°C и 183,8°C соответственно. Найдено уравнение для константы термического разложения гексанитроэфира ($k_0 = 4,65 \times 10^{14} \text{ с}^{-1}$ и $E = 144,2 \text{ кДж/моль}$). Показано, что при комнатной температуре ($t=20^\circ\text{C}$) в нитроглицерине и динитрате диэтиленгликоля растворяется около 21 мол.% гексанитроэфира.

Ключевые слова: гексанитрат сорбитола, нитроглицерин, динитрат диэтиленгликоля.

Гексанитрату сорбитола (SHN) посвящено большое количество публикаций. Информацию о получении, свойствах SHN и энергетических материалах на его основе можно найти в справочниках, статьях и большом количестве патентов. Некоторые из них приведены в литературном обзоре [1-10]. В настоящей работе мы уточнили физико-химические свойства SHN и исследовали его растворы в нитроглицерине (НГЦ) и динитрате диэтиленгликоля (ДНДЭГ).

SHN был синтезирован А.Ф. Асаченко, П.С. Грибановым и М.А. Топчий. НГЦ и ДНДЭГ были синтезированы В. А. Сизовым и А.И. Левшенковым.

Плавление, термическое разложение SHN и свойства его растворов в НГЦ и ДНДЭГ изучали с помощью дифференциального сканирующего калориметра фирмы "Mettler" DSC 822^o/500. Измерения проводили в потоке азота с расходом 50 мл/мин. Образцы завальцовывали в алюминиевые кюветы емкостью 40 мкл. Калибровку калориметра проводили по стандартным образцам чистых металлов (Zn и In).

Температуры и тепловые эффекты плавления и разложения кристаллического SHN определяли в диапазоне температур от 25 до 300 °С при скорости нагрева 10 град./мин (рис. 1). Температура и теплота плавления, температура начала разложения и температура интенсивного разложения, а также тепловой эффект разложения SHN

составляет 53,0°C, 84,6 Дж/г, 163,3°C, 183,8°C и 1144 Дж/г соответственно.

При увеличении скорости нагревания от 10 до 25 град./мин температура экзотермического пика увеличивается от 183,8 до 193,4°C. В соответствии с методикой, предложенной в работе [11], было получено уравнение для константы термического разложения SHN:

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{8,31 \times T}\right),$$

где $k_0 = 4,65 \times 10^{14} \text{ с}^{-1}$ и $E = 144,2 \text{ кДж/моль}$. Эти результаты хорошо согласуются с данными представленными в работе [5].

Для расчета кривых ликвидуса систем SHN – НГЦ и SHN – ДНДЭГ использовали уравнение Шредера [12]:

$$\ln x_1 = \frac{\Delta H_{nl}}{R} \left(\frac{1}{T_{nl}} - \frac{1}{T} \right),$$

где ΔH_{nl} и T_{nl} – энтальпия и температура плавления SHN; x_1 – мольная доля SHN в растворе; T – температура плавления раствора; R – универсальная газовая постоянная.

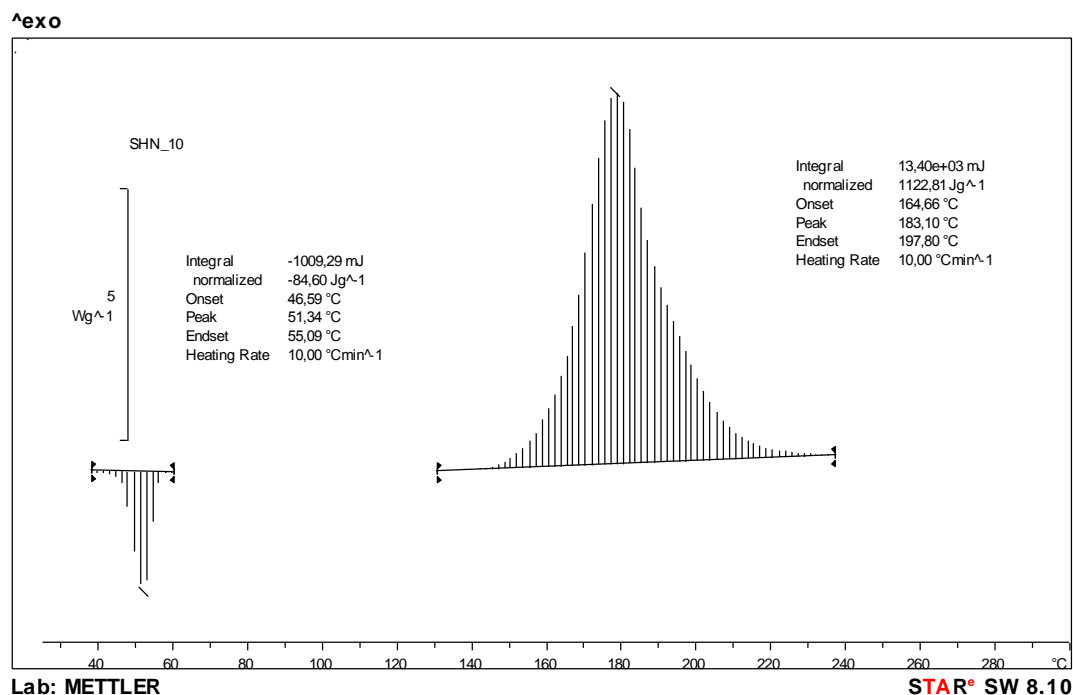


Рис. 1. Термограмма SHN, полученная с помощью дифференциального сканирующего калориметра. Скорость нагревания: 10 град./мин.

Результаты расчета и экспериментальные данные представлены на рис. 2. Обращает на себя внимание хорошее соответствие экспериментальных и расчетных данных для системы SHN – ДНДЭГ. Это свидетельствует о том, что свойства системы SHN – ДНДЭГ близки к свойствам идеальных растворов. (Можно предположить, что аналогичный вывод справедлив для системы SHN – НГЦ. Для растворов SHN в НГЦ не удалось получить экспериментальную кривую ликвидуса, т.к. они сильно переохлаждаются.) Это также свидетельствует о том, что мы корректно определили значение температуры и энтальпии плавления SHN.

При комнатной температуре ($t=20$ °C) в нитроглицерине и динитрате диэтиленгликоля растворяется около 21 мол.% гексанитрата сорбитола.

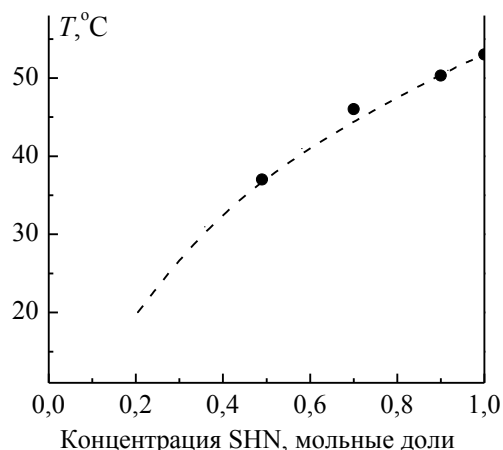


Рис. 2. Кривая ликвидуса систем SHN – НГЦ и SHN – ДНДЭГ. Точки – система SHN – ДНДЭГ (плавление SHN, экспериментальные данные). Пунктирная кривая – расчет кривой ликвидуса систем SHN – НГЦ и SHN – ДНДЭГ по уравнению Шредера.

Авторы выражают искреннюю признательность В. А. Сизову и А.И. Левшенко за синтез НГЦ и ДНДЭГ.

Плешаков Дмитрий Викторович, к.х.н., доцент кафедры ХТВМС, РХТУ им. Д.И. Менделеева
 Асаченко Андрей Федорович, к.х.н., с.н.с, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева
 Грибанов Павел Сергеевич, аспирант., Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева
 Топчий Михаил Анатольевич, м.н.с., Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева

Литература

1. Хмельницкий Л.И. Справочник по взрывчатым веществам. – Т. 2. – М.: Военная артиллерийская инженерная академия им. Ф.Э. Дзержинского, 1961.
2. Urbansky T. Chemistry and technology of explosives. – V. 2. – Pergamon Press Book, 1965.
3. Yinon J, Zitrin S. The analysis of explosives. Pergamon series in analytical chemistry.– V. 3. – Pergamon Press Book, 1981.
4. Yinon J, Zitrin S. Modern methods and application in analysis of explosives. – Wiley, 1996.
5. Qi-Long Yan, Kunzel M., Zeman S. The effect of molecular structure on thermal stability, decomposition kinetics and reaction models of nitric esters // *Thermochemica Acta*. – 2013. – V. 566. – P. 137.
6. Zeman S, Qi-Long Yan, Kunzel M. The correlations among detonation velocity, heat of combustion, thermal stability and decomposition kinetics of nitric esters // *Proc. 2013 International autumn seminar on propellants, explosives and pyrotechnics*. – Chengdu, Sichuan Province, China, 2013. – P. 273.
7. Bergeim R.H. Nitrated sorbitol // Патент US 1751438 А. 1930.
8. Teeple O. J. Process of producing propellant powder // Патент US 1924465 А. 1933.
9. Griffith G.L, Knotts G.F., Schwoyer W.L. Extrudable explosive composition of semi-solid or thixotropic consistency containing flake aluminum // Патент US 3238074 А. 1966.
10. Griffith G.L. Process for continuous automated vibrational drying of explosives and apparatus // Патент US 3456357 А. 1969.
11. Kissinger H.E. Reaction kinetics in differential thermal analysis // *Anal. Chem.* – 1957. – V. 29. – № 11. – P. 1702.
12. Карапетянц М.Х. Химическая термодинамика. – М.: Химия, 1975.

*Maxim A. Topchiy, Pavel S. Gribanov, Andrey F. Asachenko, Dmitriy V. Pleshakov**

A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, RAS, 119991 Moscow, Leninskiy prospect, 29, Russia

*D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, 125047 Moscow, Miusskaya sq., 9, Russia

*e-mail: dmvpl@mail.

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SORBITOL HEXANITRATE AND ITS SOLUTIONS IN NITROGLYCERINE AND DIETHYLENE GLYCOL DINITRATE

Abstract

In this work was investigated physical and chemical properties of sorbitol hexanitrate and its solutions in nitroglycerine and diethylene glycol dinitrate. Temperature and enthalpy of melting, thermal stability of hexanitroester, and properties of its solutions in nitroglycerine and diethylene glycol dinitrate was investigated by means of a differential scanning calorimetry method. It was shown, temperature and enthalpy of melting, the onset decomposition temperature and peak decomposition temperature of sorbitol hexanitrate are 53°C, 84,6 J/g, 163,3°C and 183,8°C respectively. It was obtained equation for constant thermal decomposition of hexanitroester ($k_0 = 4,65 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ и $E = 144,2 \text{ kJ/mol}$). It was shown, that about 21 mol.% hexanitroester dissolving in nitroglycerine and diethylene glycol dinitrate at 20°C.

Key words: sorbitol hexanitrate, nitroglycerine, diethylene glycol dinitrate.

УДК 662.311.1

В.И. Колесов*, В.С. Тюрина

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1

* kolesov_2001@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕСИ ПЕРХЛОРАТА КАЛИЯ И ДВОЙНОЙ СОЛИ ФЕРРОЦИАНИДА КАЛИЯ-МАГНИЯ

Впервые определены свойства смеси перхлората калия и двойной соли ферроцианида калия-магния, в дальнейшем кратко называемой МСК/ПХК. Оценивались чувствительность смеси к удару на копрах К-44-I, К-44-II, к трению (К-44-III), чувствительность к электрическому разряду, теплота взрыва в калориметрической установке. Проведены ДСК и ТГА анализы смеси.

Ключевые слова: смесь перхлората калия и двойной соли ферроцианида калия-магния, теплота сгорания, воспламеняемый состав, чувствительность к механическим воздействиям.

В промышленности и военном деле более 100 лет успешно использовались инициирующие пиротехнические воспламеняемые составы (ВС) на основе соединений свинца, в частности, смеси ферроцианида свинца с перхлоратом калия, которые имели хорошие эксплуатационные свойства. В последнее время актуален поиск новых ВС с большой скоростью горения, простых и дешевых в производстве, обладающих меньшей чувствительностью, чем штатные ИВВ, и не содержащие токсичных и тяжелых металлов (Pb, Hg).

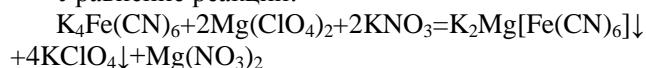
В прежних работах было установлено [1, 2], что смеси перхлората калия с желтой и красной «кровяными» солями (ферроцианид и ферроцианат калия) являются хорошим воспламеняемыми составами. Но так как «кровяные» соли гигроскопичны и гидролитически нестабильны, то стоит задача поиска более подходящих горючих.

Из литературы известна двойная соль - ферроцианид калия-магния $K_2Mg[Fe(CN)_6]$. Белый, с оттенком кремового цвета, малорастворимый кристаллический продукт. Малая растворимость (1,95 г/л при 17°C [3]) позволяла надеяться на малую гигроскопичность и на простой способ получения смеси путем совместного осаждения горючего и окислителя по обменной реакции.

Для получения смеси перхлората калия и двойной соли ферроцианида калия-магния, именуемой в дальнейшем для краткости МСК/ПХК, была разработана методика совместного осаждения горючего и окислителя по обменной реакции. К заранее смешанным растворам 1,84 г безводного $K_4Fe(CN)_6$ в 6 мл воды и 1,05 г KNO_3 в 5,28 мл воды при перемешивании приливается раствор $3,32 г Mg(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$ в 2 мл воды. Образуется белая суспензия, наблюдается небольшой разогрев. Образовавшийся осадок фильтруют на воронке Бюхнера, промывают 3 раза дистиллированной водой по 10 мл и 1 раз 20 мл изопропилового спирта.

Полученный белый мелкокристаллический продукт сушат на воздухе.

Уравнение реакции:



Для определения размеров частиц полученной смеси применили фотографирование образцов через оптический микроскоп Motic DS-111. На рисунке 1 представлены частицы смеси МСК/ПХК, средний размер 3,7-4,6 мкм, что существенно меньше, чем при механическом измельчении компонентов ВС. То есть данный способ позволяет быстро и высокопроизводительно получать ВС лучшего качества, чем при традиционном способе.

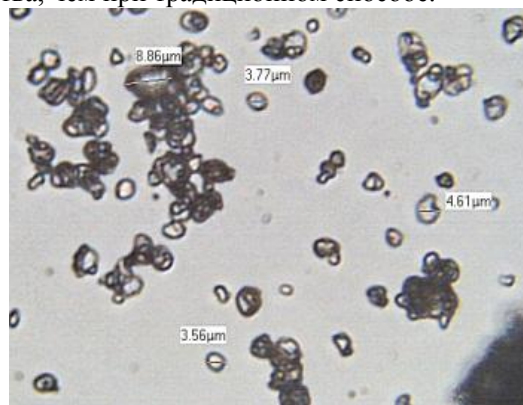


Рис. 1. Фотография смеси МСК/ПХК под микроскопом

Полученная смесь при поджигании в количестве 5-10 мг очень быстро сгорала с глухим хлопком, яркой вспышкой и белым дымом, то есть демонстрировала свойства быстрогорящей пиротехнической смеси, и поэтому требовала подробного изучения ее взрывчатых свойств.

Чувствительность к удару определялась на копре К-44-I и К-44-II [4]. При определении чувствительности к удару на копре К-44-I (для ИВВ) наблюдалось 100% отказов с максимальной возможной высоты падения груза. На копре К-44-II по стандартной пробе находили процент взрывов из 25 параллельных испытаний при сбрасывании груза 10 кг с высоты 25 см. Масса образца составляла 20 мг. Применялся прибор №1 и ролики с фаской. В результате испытаний получено значение чувствительности, равное 4%. То есть по чувствительности к удару МСК/ПХК находится на уровне ТНТ [5].

Чувствительность к трению (скользящему удару) изучалась на копре К-44-III (копер Козлова). По принятой методике за нижний предел

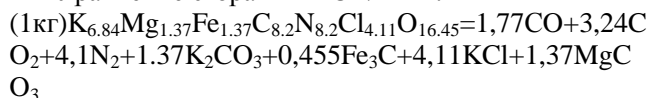
чувствительности вещества к трению (P_0) принимали максимальное значение давления прижатия 20 мг навески между двумя роликами, при котором не происходило ни одного взрыва (из 10 опытов) при ударном сдвиге роликов [6]. По результатам испытаний нижний предел чувствительности составил $P_0=7000$ ат. То есть чувствительность к трению у смеси МСК/ПХК меньше, чем у ТНТ с $P_0=4000$ ат [5].

Определение теплоты сгорания смеси МСК/ПХК проводили в стандартном калориметре В-08М ТУ 50-229-80 [7]. Использовалась модифицированная калориметрическая бомба из нержавеющей стали ($V=210,5$ см³), имеющая толстые стенки (15мм) и способная выдержать взрыв до 2 г мощного ВВ. Калориметр предварительно тарировался сжиганием навесок бензойной кислоты квалификации ОСЧ К-2. Определение теплоты взрыва и объема продуктов взрыва МСК/ПХК осуществлялось в среде гелия, поджигание нихромовой проволокой. Расчет теплоты сгорания производился по стандартным калориметрическим алгоритмам с учетом всех необходимых поправок и приведением к стандартным условиям. Средняя теплота сгорания $Q_v = 3940 \pm 40$ Дж/г; средний объем газов $V_o = 199 \pm 17$ л/кг.

Так как при получении смеси часть ПХК вымывается при водной промывке, то при теоретическом расчете теплоты сгорания оперировали количеством ПХК в смеси.

Расчет проводился по термодинамической программе "Real" в условиях постоянного объема и температуры закалки продуктов взрыва $T_{\geq} 1300$ К.

Уравнение сгорания МСК/ПХК:



Расчет объема газов:

$$V = 22,4 * N_g = 22,4 * 9,12 = 204,3 \text{ л/кг.}$$

Расчетная теплота сгорания $Q_v = 3921$ кДж/кг

При совпадении расчетной и теоретической теплоты сгорания получилось неплохое соответствие экспериментального и теоретического объема газообразных продуктов, что свидетельствует о правильности нашего предположения о составе смеси. Теплота сгорания МСК/ПХК на 30% превышает значение для применяемой смеси ферроцианида свинца с перхлоратом калия (3000 кДж/кг).

Для ВС требуется минимальная гигроскопичность. С целью проверки на гигроскопичность часть смеси была оставлена в эксикаторе над насыщенным раствором нитрата калия при комнатной температуре (относительная влажность 94%). Регулярно проводилось взвешивание смеси. Полученные значения привеса

свидетельствуют о том, что смесь МСК/ПХК негигроскопична в данных условиях.

Для установления кинетики термораспада данного вещества, были проведены серии опытов по ДСК (дифференциальной сканирующей калориметрии) и ТГА (термогравитационного анализа), иллюстрирующих процесс распада МСК/ПХК при разных скоростях нагрева. Анализ производился на термоанализаторе Simultaneous DSK-TGAQSeries TMSDTQ600, газовая среда – воздух. Скорость нагрева 5-10-20°C/мин. Ниже представлен пример кривых ДСК и ТГА.

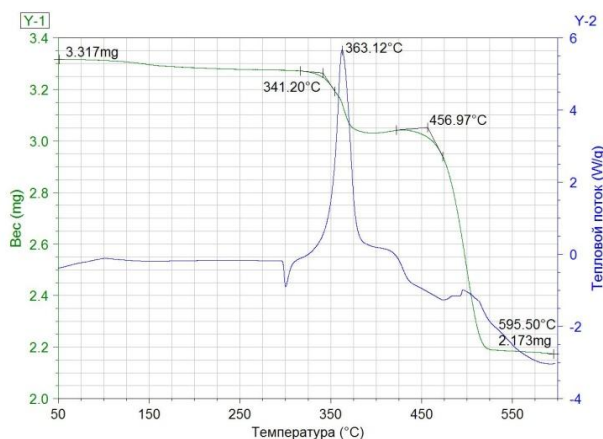


Рисунок 2. Кривые ДСК и ТГА МСК/ПХК при скорости нагрева 5°/мин.

Из дериватограммы видно, что термораспад с интенсивным тепловыделением и потерей веса начинается после 340°C, что свидетельствует о высокой термостойкости ВС. Формальную кинетику распада смеси МСК/ПХК рассчитывали по методу Киссинжера [8]. Уравнение для константы распада смеси МСК/ПХК выглядит так: $k = A * e^{(-E/RT)} = 4,4 * 10^{10} * e^{(-147653/RT)} \text{ с}^{-1}$

В заключение можно сказать, что в данной работе нам удалось провести предварительное изучение взрывчатых и термохимических параметров ВС МСК/ПХК. Смесь получена по способу совместного осаждения, что гораздо быстрее и безопаснее, чем принятый способ механического смешения горючих и окислителей. По чувствительности к механическим воздействиям ВС МСК/ПХК находится на уровне малочувствительных взрывчатых веществ, что способствует повышению безопасности при ее производстве и применении. Определена теплота сгорания ВС МСК/ПХК, которая в 1,3 раза больше, чем у типичных ВС. Это позволит уменьшить заряд в изделии с сохранением эффективности. Термическая стойкость ВС МСК/ПХК достаточно высока для применения в условиях высоких температур.

Колесов Василий Иванович к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Тюрина Вероника Серафимовна студент V курса кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Fronabarger J.W., "Igniter composition comprising a perchlorate and potassium hexacyano cobaltate III", US pat. 3793100, Feb. 19, 1974
2. Козак Н.Д. "Исследование свойств быстрогорящей пиротехнической смеси", дипломная работа, РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2015.
3. Robinson F. W. - Double and triple ferrocyanides // Journal of the chemical society - 1909. Vol. XCV. - P.1353.
4. ГОСТ 4545-48
5. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. М.: Оборонгиз, 1960. - С.595
6. ГОСТ 50835-95
7. ГОСТ 147-95 (ИСО 1928-76)
8. Синдицкий В.П., Серушкин В.В. Термическое разложение энергетических материалов. М.: РХТУ им. Менделеева, 2012. - С. 151.

*Kolesov Vasilij Ivanovich**, *Tyurina Veronika Serafimovna*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology, Moscow, Russia.

* kolesov_2001@mail.ru

DETERMINATION OF EXPLOSIVE CHARACTERISTICS FOR MIXTURE OF POTASSIUM PERCHLORATE AND FERROCYANIDE OF POTASSIUM-MAGNESIUM DOUBLE SALT

Abstract

Properties of mixture potassium perchlorate and ferrocyanide of potassium-magnesium double salt are for the first time determined. Were estimated sensitivity of mixture to impact, to friction, electric discharge, heat of combustion. DSK and TGA analyses of the mixture were carried ou.

Keywords: mixture of potassium perchlorate and ferrocyanide of potassium-magnesium double salt, heat of combustion, ignition mixtures, sensitivity to mechanical influences.

УДК 614.835

К. Н. Хвостанцева, С. А. Платонова, В. М. Райкова*, А. Я. Васин

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д.20, корп. 1

* e-mail: cherford1@yandex.ru

ПАРАМЕТРЫ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА ПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОВ

Проведен анализ показателей пожарной опасности и рассчитаны параметры горения при $P=1$ ат и $V=\text{const}$ для смесей алифатических аминов C_1-C_7 с воздухом. Изучено влияние строения амина на параметры горения. Установлено, что на нижнем концентрационном пределе распространения пламени температура горения смесей не зависит от длины углеродной цепи. На верхнем концентрационном пределе для аминов C_1-C_4 отмечена тенденция снижения температуры горения с увеличением числа атомов углерода в молекуле. Расчетное давление взрыва смесей стехиометрического состава не зависит от строения горючего и составляет 985 ± 4 кПа.

Ключевые слова: алифатический амин, паровоздушная смесь, температура горения, давление взрыва.

Амины находят широкое применение в химическом производстве, при изготовлении лекарственных препаратов и получении взрывчатых веществ. Они являются промежуточными продуктами в производстве красителей, пестицидов, полимеров, ингибиторов коррозии, ПАВ, антиоксидантов и др.

В данной статье представлены результаты анализа пожаро- и взрывоопасности смесей 10 алифатических моноаминов C_1-C_7 с воздухом. По пожарной опасности эти вещества относятся к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ), за исключением метиламина, который является горючим газом.

В табл. 1 приведены характеристики аминов: брутто-формула, температура кипения ($t_{\text{кип}}$), энтальпия образования (ΔH_f°) жидких аминов C_2-C_7 и газообразного метиламина, концентрационные пределы распространения пламени (C_n и C_b).

Для уточнения справочных данных был проведен расчет энтальпии образования аминов с применением двух методов: (1) – по аддитивным вкладам связей (C–C; C–H; C–N и N–H) [1], (2) – с помощью пакета квантово-химических прикладных программ ChemOffice [4]. Эти методы позволяют оценить энтальпию образования в газообразном состоянии. Энтальпию образования аминов в

жидком состоянии определяли с учетом энтальпии испарения, рассчитанной по правилу Трутона.

Сравнение расчетных значений энтальпии образования аминов со справочными данными показано на рис. 1. Энтальпия образования аминов растет по абсолютной величине с увеличением длины углеродной цепи. Значения ΔH_f° , рассчитанные методами (1) и (2), мало отличаются друг от друга (в среднем на 4%). Для аминов C_1-C_4 наблюдается согласие результатов расчета со справочными данными. Заметные отклонения отмечены для изобутиламина, трет-бутиламина, изопентиламина, гексиламина и гептиламина.

С увеличением числа атомов углерода в молекуле амина концентрационные пределы C_n и C_b уменьшаются (см. табл. 1). Был проведен расчет концентрационных пределов распространения пламени с применением стандартных методов [1]. Результаты расчета C_n и C_b были сопоставлены с экспериментальными значениями пределов [1] и расчетными данными [3]. На основании выполненного анализа проведена корректировка концентрационных пределов для двух веществ (C_n для этиламина, C_b для пропиламина). Следует отметить, что расчетные методы не позволяют оценить различие концентрационных пределов для изомеров бутиламина.

Таблица 1. Характеристики алифатических аминов

№	Наименование	Брутто-формула	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$ [1]	ΔH_f° (ж), кДж/моль [2]	C_n , % об. [1]	C_b , %, об. [1]
1	Метиламин	$C_1H_5N_1$	-6,3	-23 (г)	4.9	20.8
2	Этиламин	$C_2H_7N_1$	16,6	-74.1	3.5	14.9
3	Пропиламин	$C_3H_9N_1$	48,5	-103.8	2	10.3
4	Бутиламин	$C_4H_{11}N_1$	77,8	-127.7	1.7	9.7
5	Изобутиламин	$C_4H_{11}N_1$	63	-158.2	1.6	9.1
6	Трет - бутиламин	$C_4H_{11}N_1$	43,8	-150.4	1.7	8.8
7	Диэтиламин	$C_4H_{11}N_1$	55,2	-103.7	1.78	10.0
8	Изопентиламин	$C_5H_{13}N_1$	56,2	-195.9	1.3 [3]	8.3 [3]
9	Гексиламин	$C_6H_{15}N_1$	130	-224.7	1.12	7.1
10	Гептиламин	$C_7H_{17}N_1$	155	-247.9	0.98	6.6

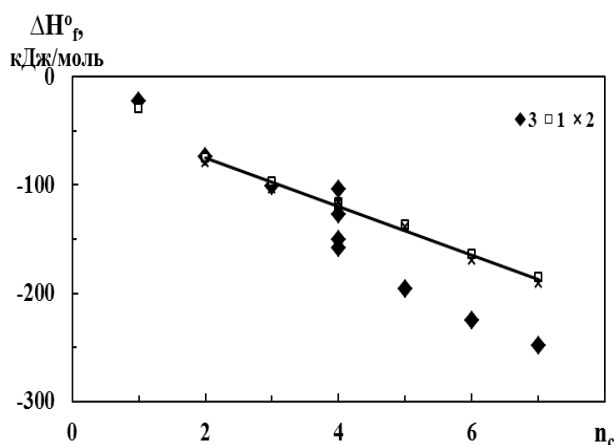


Рис. 1. Зависимость энтальпии образования алифатических моноаминов от числа атомов углерода в молекуле: 1 – расчет по аддитивным связям, 2 – расчет с помощью пакета программ ChemOffice, 3 – справочные данные [2].

Параметры горения паровоздушных смесей на основе алифатических аминов рассчитывали с помощью компьютерной программы Real [5]. Расчеты проводили при постоянном давлении $P=1$ ат и при постоянном объеме $V=\text{const}$. Были определены параметры горения смесей предельного (C_n , C_b) и стехиометрического составов ($C_{\text{стех}}$). В табл. 2 представлено обобщение результатов расчета температур горения ($T_{P=1}$, T_v) и давления взрыва (P_v).

На рис.2 и 3 приведены зависимости температур горения $T_{P=1}$ и T_v смесей от числа атомов углерода в молекуле горючего.

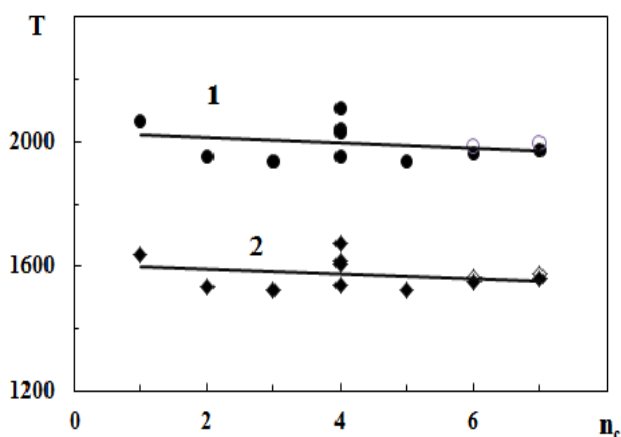


Рис.2. Зависимость температуры горения T_v (1) и $T_{P=1}$ (2) смесей на нижнем концентрационном пределе от числа атомов углерода в молекуле амина. Черные точки – расчет с использованием энтальпий образования [2], светлые точки – расчет с использованием расчетных энтальпий образования (метод 1).

На нижнем концентрационном пределе (рис.2) длина углеродной цепи практически не влияет на температуру горения смесей, но наблюдается заметный разброс значений $T_{P=1}$ и T_v для изомеров бутиламина. Использование в расчете различных значений энтальпии образования аминов изменяет температуру горения на 15-20 К.

На верхнем концентрационном пределе (рис.3) температура горения смесей уменьшается с увеличением числа атомов углерода в молекуле амина от 1 до 4. Для аминов, содержащих 5-7 атомов углерода, температура горения не зависит от длины углеродной цепи. Изменение энтальпии образования гексиламина и гептиламина на 61-62 кДж/моль (рис. 1) повышает температуру T_v на 61 и 52 К, соответственно.

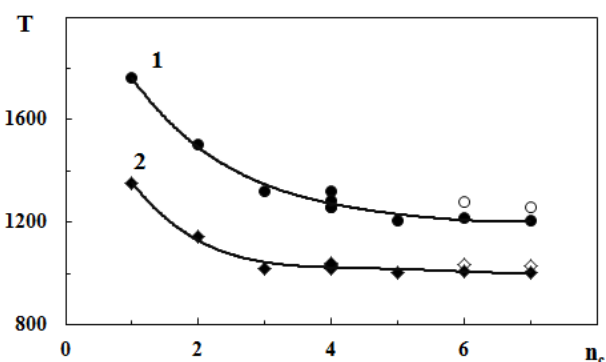


Рис.3. Зависимость температуры горения T_v (1) и $T_{P=1}$ (2) смесей на верхнем концентрационном пределе от числа атомов углерода в молекуле амина. Черные точки – расчет с использованием энтальпий образования [2], светлые точки – расчет с использованием расчетных энтальпий образования (метод 1).

Для смесей стехиометрического состава температуры горения $T_{P=1}$ и T_v практически постоянны и не зависят от химического состава горючего. Максимальное давление взрыва для смесей на основе алифатических аминов составляет в среднем 985 кПа. Следует отметить, что в справочнике [1] отсутствуют данные по максимальному давлению взрыва (P_{max}) для алифатических аминов. Параметр P_{max} используется при прогнозировании разрушительных последствий взрывов смесей паров ЛВЖ и горючих газов с воздухом и разработке проектных решений по их локализации, при определении категории помещений по взрывопожарной опасности и разработке мероприятий по обеспечению пожаро-взрывобезопасности технологического оборудования.

Таблица 2. Средние значения температур горения ($T_{P=1}$, T_v) и давления взрыва (P_v) для смесей аминов с воздухом

Концентрация амина, % об.	$T_{P=1} \pm \Delta T$, К	$T_v \pm \Delta T$, К	$T_v/T_{P=1}$	$P_v \pm \Delta P$, кПа
C_n	1580 ± 43	1999 ± 49	1.27	705 ± 19
C_b	1070 ± 71	1345 ± 115	1.25	736 ± 43
$C_{\text{стех}}$	2259 ± 10	2666 ± 11	1.18	985 ± 4

Хвостанцева Ксения Николаевна студентка Инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Платонова Светлана Александровна студентка Инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Райкова Влада Мирославовна к.т.н., доцент кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Васин Алексей Яковлевич д.т.н., профессор кафедры техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Корольченко А. Я., Корольченко Д. Я. / Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. // М.: Асс. «Пожнаука», 2004.
2. Сталл Д., Вестрэм Э., Зинке Г. / Химическая термодинамика органических соединений. // М.: Мир, 1971.
3. Смирнов В. В., Алексеев С. Г., Барабин Н. М. / Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. XIV. Алкиламины // Пожаровзрывобезопасность. 2014, № 9. С. 22-24.
4. Программное обеспечение / ChemOffice // ChemBio3D 14.0 User Guide / ver.2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.cambridgesoft.com (дата обращения 2.05.2016).
5. Belov G. V. / Thermodynamic analysis of combustion products at high temperature and pressure // Propellants. Explosive. Pyrotechnics. 1998, V. 23. P. 86-89.

*Khvostantseva Ksenia Nikolaevna, Platonova Svetlana Aleksandrovna, Raikova Vlada Mirosлавovna**, *Vasin Alexey Yakovlevich*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

* e-mail: cherford1@yandex.ru

BURNING AND EXPLOSION PARAMETERS OF VAPOR-AIR MIXTURES ALIPHATIC AMINES

Abstract

The main objective of this work is evaluation of quantitative characteristics of the vapor-air mixtures: enthalpy of formation of fuel, concentration limits of flame propagation, adiabatic burning temperature ($T_{P=1}$ и T_V) and explosion pressure (P_v). The calculations were carried out for systems contained aliphatic amines C_1 - C_7 . Influence of mixture composition and amine structure on burning temperature and explosion pressure was examined.

Key words: aliphatic amines, vapor-air mixture, burning temperature, explosion pressure.

УДК 544.452, 544.43

В. П. Синдицкий,^{1*} Ч. Х. Хоанг,¹ В. К. Хоанг,¹ В.С. Санников,² Д.В. Дашко²¹Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1

²ФГУП «СКТБ «Технолог», Санкт-Петербург

* e-mail: vps@rctu.ru

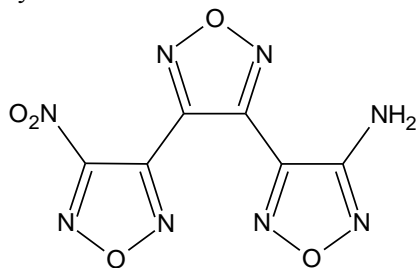
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСПАДА И ГОРЕНИЯ 3-(4-АМИНОФУРАЗАН-3-ИЛ)-4-(4-НИТРОФУРАЗАН-3-ИЛ)ФУРАЗАНА (ANTF)

Исследован термический распад и закономерности горения плавкого взрывчатого вещества 3-(4-аминофуразан-3-ил)-4-(4-нитрофуразан-3-ил)фуразана (ANTF). Экспериментальные константы скорости разложения ANTF согласуются с расчетными значениями констант скорости раскрытия центрального фуразанового цикла. Показано, что замена нитрогруппы в динитро-трис-фуразане на аминогруппу привело к падению термической стабильности. Определена скорость горения ANTF и исследовано распределение температуры в волне горения ANTF. Показано, что скорость горения ANTF определяется кинетикой тепловыделения в конденсированной фазе.

Ключевые слова: горение, термическое разложение, 3-(4-аминофуразан-3-ил)-4-(4-нитрофуразан-3-ил)фуразан, кинетика.

В настоящее время во всем мире проявляется большой интерес к плавким взрывчатым веществам, способным заменить такое широко известное ВВ как тринитротолуол (TNT). Среди большого круга исследуемых веществ выделяются производные фуразана. Одним из наиболее известных представителей этого класса является 3,4-бис(4'-нитрофуразан-3'-ил)-2-оксафуразан (DNTF) - плавкое мощное взрывчатое вещество с удовлетворительной чувствительностью к механическим воздействиям и хорошей стабильностью [1-3]. В последние годы были синтезированы аналоги этого соединения: 4,4'-динитро-трис-фуразан (NTF или LLM-172) [4,5] и 3-(4-аминофуразан-3-ил)-4-(4-нитрофуразан-3-ил)фуразан (ANTF или LLM-175) [6,7]. Оба вещества рассматриваются как плавкие ВВ: температура плавления NTF 86.5-87.0°C [4], а ANTF - 100 °C [8], 103°C [9].

Замена фуроксанового цикла в DNTF на фуразановый в NTF привела к увеличению термической стойкости [10]. ANTF является аналогом NTF, в котором нитрогруппу заменили на аминогруппу.



Такая замена приводит к ухудшению энергетических характеристик, но при этом чувствительность к механическим воздействиям уменьшается. Так, согласно рентгеноструктурным данным ANTF имеет плотность 1.782 г/см³ [8], расчетная скорость детонации при этой плотности 8100 м/с, что на 500 м/с меньше расчетной скорости детонации NTF. Энтальпия образования ANTF составляет +159.5 ккал/моль [8].

Термическая стабильность ANTF определялась только в неизотермических условиях с помощью ДСК метода [11,9]. В молекуле ANTF есть несколько возможных реакционных центров, которые могли бы инициировать разложение. Чтобы разобраться с механизмом в работе [12] были проведены квантово-механические расчеты различных путей разложения с помощью теории функционала плотности совместно с теорией переменного переходного состояния. Наряду с маловероятными и экзотическими путями разложения ANTF (разрыв С-С связи, перенос О с NO₂-группы на фуразановый цикл), в работе рассмотрены варианты отщепления NO₂-группы, ее нитро-нитритная перегруппировка с последующим отщеплением NO и разрушение фуразановых циклов с концертным разрывом связей С-С и N-O. Проведенные расчеты показали, что наиболее предпочтительным путем термического разложения как ANTF, так и NTF является концертное раскрытие центрального фуразанового цикла, причем замена нитрогруппы аминогруппой практически не сказывается на стабильности веществ.

Изучение закономерностей горения позволяет лучше понять природу энергетического материала, найти его оптимальное применение и более обоснованно оценивать возможности безопасного обращения с ним. Ранее проведенные исследования показали, что горение NTF [10], как и DNTF [3], определяется кинетикой реакций в газовой фазе (газофазный механизм горения), причем оба вещества обладают высокими скоростями горения, близкими к скорости горения мощного ВВ гексанитрогексаазаизовюрцитана CL-20. Горение ANTF ранее не исследовалось.

Целью данной работы было исследование термической стабильности и закономерностей горения ANTF.

Вещество получалось по описанной методике [6], было хроматографически чистым и имело

температуру плавления 101-102°C (лит. данные 100°C [8], 103°C [9]).

Согласно ДСК при нагревании ANTF кроме эндотермического пика плавления наблюдается только один экзотермический пик в области 232-280°C в зависимости от скорости нагрева (Табл.1).

Табл.1. Данные ДСК-анализа ANTF (масса навески 3±10 мг).

Скорость нагрева град/мин	T _{max} , °C	Q _{раз} , кал/г	k, с ⁻¹
2	232	124	0.0020
4	244	157	0.0038
8	255	286	0.0073
16	265	250	0.0142
32	280	244	0.0269

Методу Киссинджера [13] по данным ДСК в предположении первого порядка реакции были рассчитаны константы скорости разложения в неизотермических условиях, которые в координатах lnk - 1/T описываются уравнением с энергией активации 30.7 ккал/моль (128.3 кДж/моль): $k = 3.68 \cdot 10^{10} \cdot \exp(-15430/T)$, с-1. Полученные константы скорости близки к ранее опубликованным данным [11], также определенные в неизотермических условиях: $k = 109.42 \cdot \exp(-13845/T)$, с-1. В обоих случаях полученные энергии активации 30.7 и 27.5 ккал/моль значительно ниже теоретической расчетной величины 42.7 ккал/моль [12].

Опыты по термораспаду ANTF в изотермических условиях проводились в манометре Бурдона при отношении массы вещества к объему около 10-3 г/см³ и температурах выше температуры плавления (180-225°C). Кривая газовыделения имеет насыщающийся характер, однако описать разложение первым порядком не удастся, наблюдается слабое ускорение (Рис. 1).

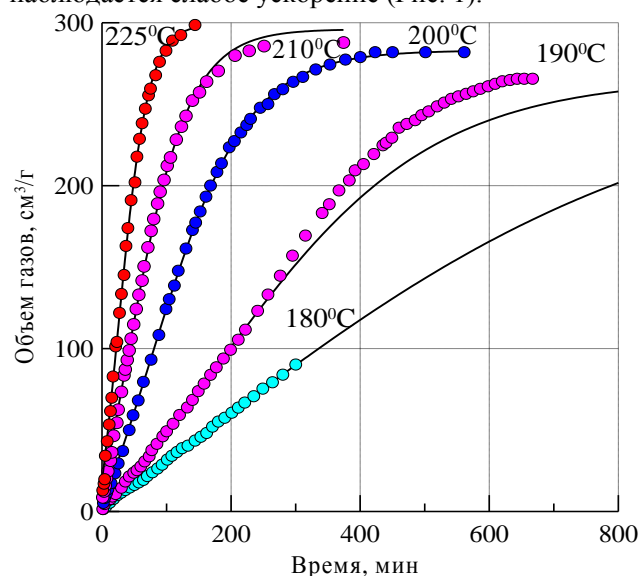


Рис. 1. Кривые газовыделения разложения ANTF при различных температурах. Точки - эксперимент, линии - описание.

Конечный объем газов слегка увеличивается с ростом температуры и при 225°C составляет 300 см³ (3.6 моль/моль). При охлаждении от температуры опыта до комнатной температуры конденсировалось незначительное количество газов (~7%, 0.25 моля), что свидетельствует о практическом отсутствии воды в продуктах разложения. Поскольку источником водорода в молекуле является аминогруппа, отсутствие воды говорит о неучастии аминогруппы в реакциях окисления. Принимая во внимание наблюдаемый рост общего давления (объема) продуктов разложения с температурой опыта, можно полагать, что конденсирование обусловлено снижением давления паров твердых продуктов разложения.

Константы скорости рассчитывались по модели первого порядка с автокатализом [14]:

$$V = \frac{k_1 V_\infty \cdot \exp((k_1 + k_2 V_\infty)/T) - k_1 V_\infty}{k_2 V_\infty + k_1 \cdot \exp((k_1 + k_2 V_\infty)/T)}$$

где V - объем выделяющихся газов (см³/г), V_∞ - конечный объем газов, k₁ - константа скорости некатализируемой реакции (с-1), k₂V_∞ - константа скорости самоускорения псевдопервого порядка (с-1). Полученные константы в Аррениусовских координатах описываются уравнениями $k_1 = 2.8 \cdot 10^8 \cdot \exp(-13820/T)$, $k_2 V_\infty = k_2' = 2.4 \cdot 10^9 \cdot \exp(-14440/T)$ с низкими энергиями активации 27.5 и 28.7 ккал/моль. Разница между константами не превышает 3 раз.

Полученные зависимости приведены на Рис. 2 в сравнении данными, полученными в неизотермических условиях (ДСК) и расчетными величинами.

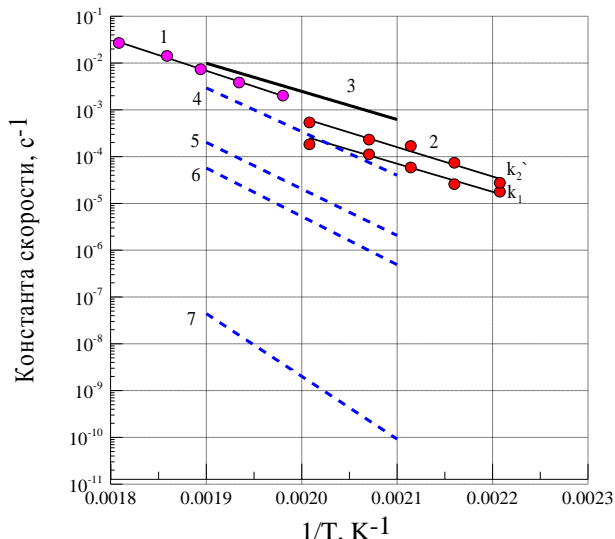


Рис. 2. Сравнение экспериментальных констант скорости (1- данные ДСК, 2-изотермические условия, данные ДСК [11]) с расчетными значениями (4- раскрытие центрального фуразана, 5- раскрытие нитрофуразана, 6- раскрытие аминофуразана, 7- отщепление нитрогруппы).

Несмотря на значительное различие в энергиях активации, экспериментальные константы скорости неплохо согласуются с расчетными значениями для

раскрытия центрального фуразанового цикла. Скорость раскрытия периферийных фуразановых циклов несколько ниже, а отщепление нитрогруппы от фуразанового кольца протекает со значительно меньшей скоростью. Отметим, что замена нитрогруппы в NTF на аминогруппу в ANTF привело к падению термической стабильности.

Исследования горения ANTF проводились в бомбе постоянного давления БПД-400 объемом 1.5 литра в интервале давлений 0.1 – 10 МПа в атмосфере азота. Заряды готовились прессованием в плексигласовые трубки диаметром 4 мм тонко измельченного вещества до плотности прессования 1.75 г/см^3 (98% от максимальной плотности).

Заряды ANTF начинают гореть с давления 0.4 МПа (Рис.3). Горение ANTF при всех давлениях сопровождалось ярким пламенем. В интервале давлений 0.3-10 МПа скорость горения ANTF описывается законом $u=1.59P^{0.94}$, мм/с.

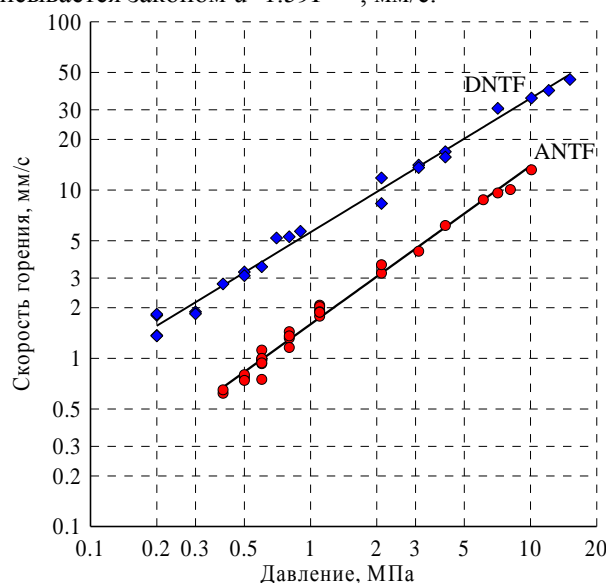


Рис. 3. Сравнение зависимостей скоростей горения ANTF и DNTF от давления.

Во всем исследованном интервале давлений скорость горения ANTF значительно ниже скорости горения DNTF (Рис.3). В работе [3] показано, что скорость горения DNTF определяется реакциями в газовой фазе. Поскольку расчетная температура горения ANTF (3225 К при 10 МПа) ниже, чем температура горения DNTF (3810 К), можно полагать, что невысокая скорость горения ANTF связана с меньшей температурой горения. Однако, снижение скорости горения приводит к увеличению времени пребывания вещества в конденсированной фазе, что с учетом меньшей термической стабильности ANTF может обусловить ведущую роль в горении тепловыделению в конденсированной фазе. Чтобы установить механизм горения, необходимо определить распределение температуры в волне горения ANTF.

В работе с помощью тонких вольфрам-рениевых термопар было исследовано распределение температуры в волне горения ANTF при давлениях 0.4-2 МПа. Характерные температурные профили ANTF представлены на Рис.4. Профили

характеризуются необычайно широким расплавленным слоем и резким выходом термопары в газовую зону. Градиенты температуры в газовой зоне не зависят от давления и значительно выше предельных значений, которые может записать термопара. Все это типично для «залипания» термопары, когда спай термопары удерживается в жидком слое силами поверхностного натяжения, а затем резко выбрасывается в газовую фазу. Естественно, в данном случае невозможно определить тепловой баланс на поверхности горения, однако сам факт «залипания» обычно характерен для к-фазной модели горения. Кроме того, резкий выход термопары в газовую зону и уширенный расплавленный слой облегчает определение температуры поверхности.

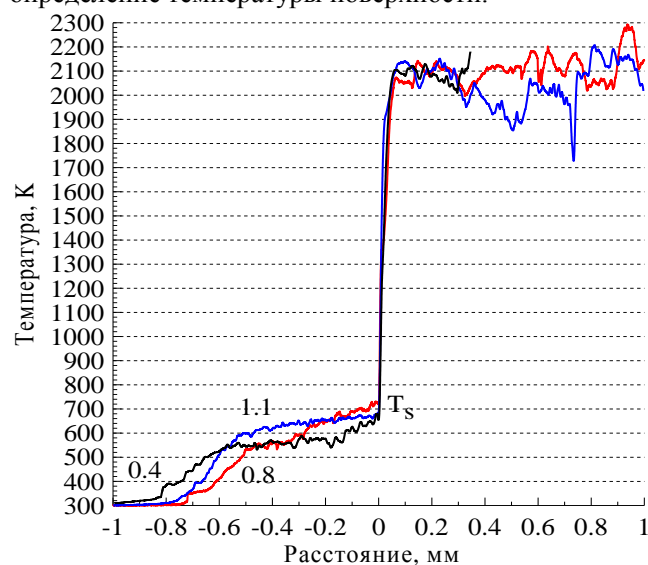


Рис. 4. Характерные температурные профили ANTF. Цифры у кривых – давление в МПа.

Зависимость температуры от поверхности от давления необходима для оценки глубины разложения вещества при разных давлениях, что, в свою очередь, позволяет определить ведущую зону горения. Поскольку ошибка измерения температуры поверхности с помощью термопар может превышать 5-10 градусов, для повышения точности определения зависимости температуры от давления необходимо проводить измерения в широком диапазоне параметров. Значительно повысить точность позволяют данные по давлению паров, определенные в области низких давлений.

В работе было измерено давление паров над жидким ANTF. Опыты проводились в манометре типа Бурдон при температурах от 180 до 225°C и временем экспозиции 3-5 мин. При большем времени вклад в общее давление продуктов разложения становился заметным.

Объединение термопарных данных по поверхности горения при различном давлении с данными, полученными в манометре Бурдона, позволяют описать давление паров над жидким ANTF в широком интервале температур $180-430^\circ\text{C}$ $\ln(P) = -10180/T + 17.13$ (Рис.5). Наклон этой прямой позволяет определить теплоту испарения ANTF $L_{\text{исп}} = 20.2 \text{ ккал/моль}$. Отметим, что летучесть

АНТФ при низких температурах оказалось наименьшей в ряду близких по структуре соединений $АНТФ < DНТФ < NТФ$, а теплота испарения, наоборот, самой высокой.

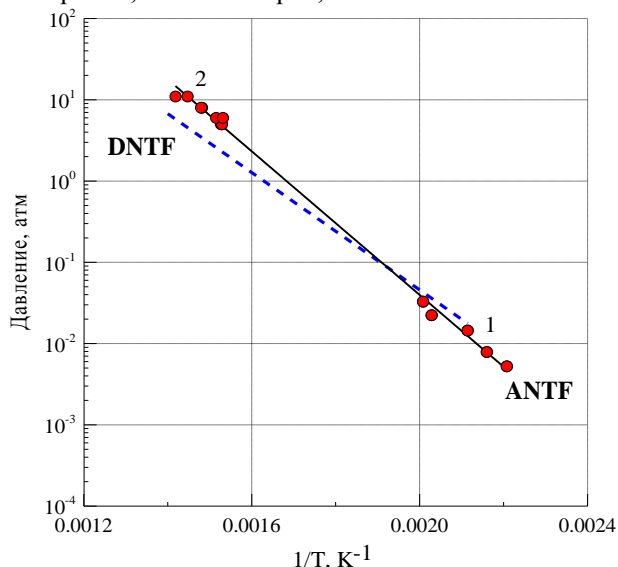


Рис. 5. Температурная зависимость давления паров АНТФ (1- манометр Бурдона, 2 - термопары) в сравнении с данными для DНТФ [3].

Согласно полученным данным, температура кипения АНТФ при атмосферном давлении равна 320°C. Максимальная измеренная температура горения (T_f) АНТФ при 1 МПа не превышает 2200-2300 К, что ниже расчетной адиабатической температуры (3150 К) и связано как с потерями термопары на излучение при таких высоких температурах горения, так и неполнотой реагирования при низких давлениях.

Поскольку скорость горения АНТФ определяют химические реакции в конденсированной фазе из данных по скоростям горения и температуры поверхности можно извлечь кинетику ведущей реакции горения [15]. Используя модель горения Я.Б. Зельдовича с ведущей реакцией в конденсированной фазе [16]:

$$m = \sqrt{\frac{2\lambda\rho Q}{c_p^2 (T_s - T_0 + L_m / c_p)^2} \left(\frac{RT_s^2}{E}\right) \cdot A \cdot e^{-E/RT_s}}$$

были рассчитаны константы скорости тепловыделения в ж-фазе. При расчете учитывали расход тепла на плавление (L_m) 17 кал/г, теплоемкость ср брали равной 0.35 кал/г·град, а теплопроводность λ ж-фазы 0.001 кал/см·с·град оценили, исходя из определенного по термопарным данным коэффициента температуропроводности расплава 0.0016 см²/с. Использовали теплоту реакции разложения Q , 260 кал/г, определенную в экспериментах по ДСК.

Сравнение полученных констант скорости ведущей реакции ($k = 3.3 \cdot 10^{14} \cdot \exp(-19905/T)$, с-1) с константами термораспада в ДСК и манометрических экспериментах показано на Рис.6. Как видно из рисунка наблюдается хорошее соответствие между кинетикой ведущей реакции

горения и константами скорости распада, определенными при значительно более низких температурах. При этом кинетические параметры (энергия активации и предэкспонент) сильно различаются.

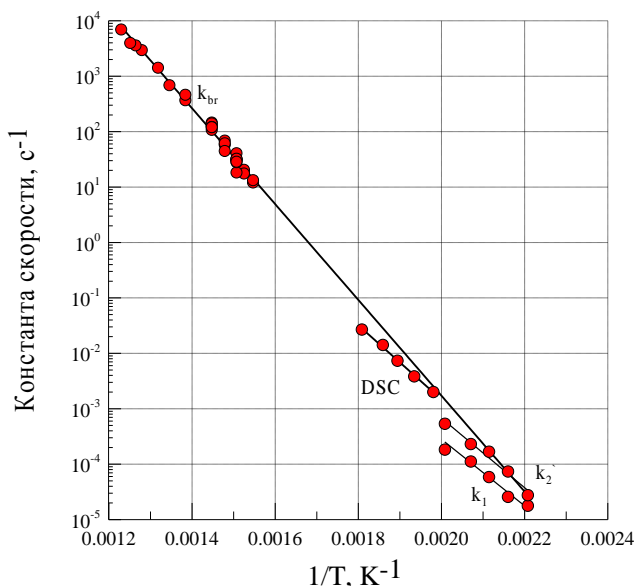


Рис. 6. Сравнение констант скорости ведущей реакции горения АНТФ (k_{br}) с кинетикой распада, полученной в неизотермических (ДСК) и изотермических (k_1 и k_2) условиях.

Отметим, что энергия активации ведущей реакции горения 39.6 ккал/моль близка к теоретической расчетной величине 42.7 ккал/моль [12]. Низкие энергии активации, полученные как в манометрии, так и с помощью ДСК, в то время как константы скорости согласуются с общей кинетической зависимостью, могут указывать на методическую ошибку этих методов. Относительно высокое давление паров фуразана АНТФ позволяет предположить, что наблюдаемую картину можно объяснить более высокой скоростью разложения АНТФ в жидкой фазе, по сравнению с разложением в газовой фазе. Из-за летучести вещества, как в манометрии, так и в ДСК с ростом температуры эксперимента растет доля вещества, разлагающегося в газовой фазе. Следовательно, скорость газовой выделенной или тепловыделенной с ростом температуры начинает уменьшаться, что и отражается в более низкой чувствительности скорости разложения от температуры.

Таким образом, проведенные исследования показали, что кинетика разложения АНТФ определяется расщеплением центрального фуразанового ядра. Эта же кинетика контролирует скорость горения АНТФ. Тепловыделения в конденсированной в фазе достаточно на прогрев вещества и плавление, тепловой поток из газовой фазы тратится на испарение неразложившегося вещества.

Синдицкий Валерий Петрович д.х.н., декан ИХТ факультета, профессор кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

Хоанг Чунг Хью, стажер кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

Хоанг Ван Куен, студент V курса кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

Санников Владимир Сергеевич инженер-технолог ФГУП «СКТБ «Технолог», Санкт-Петербург Россия

Дашко Дмитрий Владимирович к.х.н., начальник отдела, ФГУП «СКТБ «Технолог», Санкт-Петербург, Россия

Литература

1. Sheremetev A.B., Ivanova E.A., Spiridonova N.P., Melnikova S.F., Tselinsky I. V., Suponitsky K. Yu., Antipin M. Yu. Desilylative Nitration of *C,N*-Disilylated 3-Amino-4-methylfuran // *J. Heterocyclic Chem.*, - 2005.- Vol. 42, - P.1237-1242.
2. Котомин А.А., Козлов А.С., Душенок С.А. Детонационная способность энергоемких гетероциклических соединений // *Хим. физика.*- 2007.- том 26, No.12.- С. 5-7.
3. Sinditskii V.P., Burzhava A.V., Sheremetev A.B., Aleksandrova N.S. Thermal and combustion properties of 3,4-bis(3-nitrofurazan-4-yl)furoxan (DNTF) // *Prop., Expl., Pyrotech.*- 2012.- Vol.37, No.5.- PP. 575-580.
4. Astrat'ev A., Dashko D., Stepanov A. I., Synthesis, energetic and some chemical properties of new explosive -3,4-bis(4-nitrofurazan-3-yl)furazan (BNTF) // *Proc. 16th Inter. Seminar "New Trends in Research of Energetic Materials", Czech Republic.*- 2013.- PP.474-488.
5. Алдошин С.М., Алиев З.Г., Астратьев А.А., Гончаров Т.К., Дашко Д.В., Милехин Ю.М., Степанов А. И., Шишов Н. И. Кристаллическая структура 4,4''-динитро-[3,3',4',3'']-трис-[1,2,5]оксадиазола // *Ж. структ. химии.*- 2013.- Т.54(2).- P.462-464.
6. Sannikov V.S., Astrat'ev A.A., Stepanov A. I., Dashko D.V. Synthesis and properties of 4-azido derivatives of [3,3':4',3'']-ter-1,2,5-oxadiazole // *Proc. 17th Inter. Seminar "New Trends in Research of Energetic Materials", Czech Republic.*- 2014.- PP.58-69.
7. Pagoria P., Zhang M., Racoveanu A., DeHope A., Tsyshevsky R., Kuklja M. M. 3-(4-Amino-1,2,5-oxadiazol-3-yl)-4-(4-nitro-1,2,5-oxadiazol-3-yl)-1,2,5-oxadiazole // *Molbank.*- 2014.- M824.- PP. 1-3
8. DeHope A., Zhang M., Lorenz K. T., Lee E., Parrish D., Pagoria P. F., Synthesis and Small-scale Performance Characterization of New Insensitive Energetic Compounds // *Report of LLN Laboratories, LLNL-CONF-669680, 2015.*
9. Yi Qianhong, Liang Dehui, Ma Qing, Huang Ming, Tan Bisheng, Liu Yucun, Chi Yu, Synthesis, Crystal Structure, and Thermal Behavior of 3-(4-Aminofurazan-3-yl)-4-(4-nitrofurazan-3-yl)furazan (ANTF) // *Prop., Expl., Pyrotech.*- 2016 in press, DOI: 10.1002/prep.201500291.
10. Синдицкий В. П., Буржава А.В., Дашко Д.В., Шишов Н.И. Исследование термического распада и горения 4,4''-динитро-трис-фуразана (NTF), Горение и взрыв / Под общей редакцией Фролова С.М., М.: ТОРУС ПИРЕСС.- 2014.- Вып.7.- PP.306-310.
11. Liang D.-H., Cui B.-H., Yi Q.-H., Zhang L.-J., Zhang S., Wang Z.-Q., Huang M., Zhang Y., Zhang G.-Q., Li H.-B. Synthesis and technology of 4-amino-4''-nitro-[3,3',4',3'']-trifurazans (ANTF) // *Chinese J. Expl. Propellants.*- 2015.- Vol.38(4).- P. 13-17.
12. Tsyshevsky R.V., Kuklja M.M. Decomposition Mechanisms and Kinetics of Novel Energetic Molecules BNFF-1 and ANFF-1: Quantum-Chemical Modeling// *Molecules.*- 2013.- Vol.18.- P. 8500-8517.
13. Kissinger H.E. Reaction kinetics in differential thermal analysis // *Anal. Chem.*- 1957.- Vol.29 (11).- PP. 1702-1706.
14. Кубасов А.А. Химическая кинетика и катализ, часть 1, Из-во МГУ.- 2005ю.- P. 144.
15. Sinditskii V.P., Egorshv V.Yu., Serushkin V.V., Levshenkov A.I., Berezin M.V., Filatov S.A., Smirnov S.P. Evaluation of decomposition kinetics of energetic materials in the combustion wave // *Thermochimica Acta.* 2009. Vol. 496, P. 1-12.
16. Зельдович Я.Б. Теория горения порохов и взрывчатых веществ // *Ж. exper. и теор. физики.* 1942. Т. 12. № 11-12. С.498-524.

Sinditskii Valery Petrovich, Hoang Trung Huu, Hoang Van Quyen, Sannikov Vladimir Sergeevich, Dashko Dmitry Vladimirovich

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

STUDY OF THERMAL DECOMPOSITION AND COMBUSTION OF 3-(4-DIAMINOFURAZAN-3-YL) -4- (4-NITROFURAZAN-3-YL) FURAZAN (ANTF)

Abstract

The thermal decomposition and combustion behaviour of melt castable explosive 3-(4-aminofurazan-3-yl)-4-(4-nitrofurazan-3-yl)furazan (ANTF) have been studied. Experimental rate constants of ANTF decomposition agree well with the calculated values of the rate constants of the opening of central furazan cycle. It has been shown that replacement of the nitro group in dinitro-tris-furazan on amine group resulted in a fall of thermal stability. ANTF burning rate was determined and the temperature distribution in the ANTF combustion wave was investigated. It is shown that the burning rate of ANTF determined by the kinetics of heat release in the condensed phase.

Key words: combustion, thermal decomposition, 3-(4-diaminofurazan-3-yl)-4-(4-nitrofurazan-3-yl)furazan, kinetics.

УДК 544.452

А.О. Чепурной, В.Ю. Егоршев*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* egorshhev@yahoo.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ СМЕСЕЙ ЦИАНОКОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗА С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ОКИСЛИТЕЛЯМИ

Исследовано горение мелкодисперсных бинарных смесей неорганических окислителей с солями железосинеродистой и железистосинеродистой кислот, имеющих различную степень окисления железа. Показано, что скорость горения системы зависит как от окислительно-восстановительного потенциала неорганического окислителя, так и от стабильности горючего. Смеси с цианокомплексом трехвалентного железа горят в два-три раза быстрее аналогичных смесей с более стабильным цианокомплексом двухвалентного железа.

Ключевые слова: быстрогорящие гетерогенные смеси, красная кровяная соль, двойная соль калия-магния железистосинеродистой кислоты, неорганические окислители, окислительный потенциал.

Современные проблемы разработки специальных ракетных топлив и пиротехнических составов требуют от исследователей новых технологических и химических решений в области гетерогенных конденсированных систем. Определенный интерес представляют быстрогорящие гетерогенные композиции, не содержащие в составе солей тяжелых металлов и обладающие необходимыми физико-химическими и баллистическими характеристиками. В качестве таких составов могут рассматриваться смеси цианокомплексов железа с неорганическими окислителями. Известно применение гексацианоферратов свинца и железа в составе пиротехнических композиций различного назначения [1]. Недавнее исследование составов на основе перхлората калия и красной кровяной соли (гексацианоферрит калия, ККС) показало, что данные смеси обладает высокими скоростями горения, которые зависят от размера частиц исходных компонентов и приближаются в случае частиц микронных размеров к скоростям горения индивидуальных быстрогорящих веществ [2]. В то же время горение цианокомплексов двух- и трехвалентного железа с другими окислителями ранее не исследовалось.

Известно, что активность окислителя, определяющаяся стандартным окислительным потенциалом, напрямую влияет на скорость горения как его смесей с горючим, так и индивидуальных веществ. В работах [3,4,5] были исследованы индивидуальные соединения, в которых в качестве окислителя выступал анион кислородсодержащей кислоты, а горючим являлся катион, чаще всего амин. Эти вещества рассматривались как системы, в которых горючее и окислитель смешаны на молекулярном уровне. Горение гетерогенных конденсированных систем, содержащих различные окислители, изучалось на примере смесей с полиметилакрилатом с микронным размером частиц [6]. В этих работах было отмечено, что скорость горения существенным образом коррелирует со стандартным окислительным потенциалом аниона-окислителя. Позже для аммониевых солей

хлорноватой и азотистой кислот было установлено [7], что скорость горения зависит от конкретной кинетики ведущей реакции разложения соли, которая в общем случае протекает в конденсированной фазе вещества при его температуре диссоциации.

В настоящей работе было исследовано горение тонкодисперсных смесей солей-окислителей с горючими из класса неорганических ферроцианидов различной степени окисления железа и проведен анализ полученных закономерностей. В качестве окислителей использовались перхлорат, хлорат, бромат, йодат, периодат и нитрат калия.

В смесях с окислителями в качестве горючего на основе цианокомплекса трехвалентного железа (III) использовалась красная кровяная соль, а на основе аниона гексацианоферрата (II) - двойная соль калия-магния железистосинеродистой кислоты $K_2Mg[Fe(CN)_6]$ (МСК). Желтая кровяная соль в качестве горючего в работе не исследовалась, поскольку она содержит три молекулы кристаллической воды на одну молекулу соли, что может сильно сказаться на скорости горения. Как известно, скорость горения гетерогенных конденсированных систем существенным образом зависит от размера и распределения частиц в смеси [8]. Из литературы известно [9], что минимальный размер частиц как окислителя, так и горючего может быть достигнут путем их совместного осаждения из концентрированных водных растворов в органическом антирастворителе. В качестве такого антирастворителя, способного смешиваться с водой и высаливать из неё растворенные вещества, в настоящей работе был выбран пропанол-2 (ИПС). МСК получали отдельно по способу, опубликованному в [10]. Смесей его с окислителями готовились суспензированием МСК в ИПС с последующим высаживанием окислителя. Во всех случаях смеси готовились в расчете на нулевой кислородный баланс.

Для изготовления образцов для сжигания полученные смеси прессовались либо в оргстеклянные трубки $D_{вн}=4$ мм, либо в таблетки $D=7,6$ или 10 мм и толщиной 1-1,5 мм при давлении

2000-5000 атм. Плотность прессованных образцов составляла 90-95% плотности монокристалла. Таблетки далее нарезались на пластинки, которые помещались вертикально в прозрачные трубки $D_{вн}=7$ мм и бронировались неотвержденной эпоксидной смолой.

Сжигание проводилось в бомбе постоянного давления БПД-400 в атмосфере инертного газа (азота). Заряды поджигались при помощи нихромовой спирали, процесс горения фиксировался высокоскоростной камерой FASTCAM SA3 60K. Опыты проводились в основном в интервале давлений 1-31 атм, для некоторых смесей максимальное давление было выше (до 173 атм). Скорость горения рассчитывалась дифференцированием координаты положения фронта горения по времени.

Поскольку скорость горения зависит от размера частиц компонентов, полученные методом осаждения соли и смеси были проанализированы с помощью оптической микроскопии (микроскоп Motic DS-111). Фотографии частиц МСК и хлората калия показаны на рис.1 и рис.2 в качестве примера.

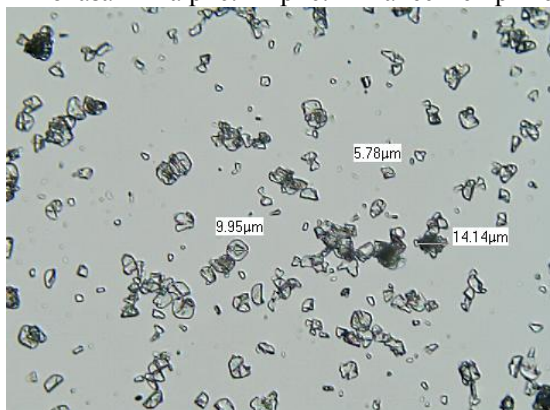


Рис.1. Кристаллы МСК (увеличение 400х)

Результаты измерений размеров кристаллов и свойства компонентов смесей приведены в таблице 1.

ИК-спектр для МСК показал типичное для цианогрупп поглощение в области 2100 см^{-1} , а также небольшое поглощение в области 3400 см^{-1} , характерное для гидроксильной группы.

Дифференциально-сканирующая калориметрия образцов МСК показывает начало разложения вещества при ~ 350 С. Последующий экзотермический пик связан с окислением вещества

в атмосфере воздуха. Следует отметить, что МСК является более термостойким комплексом, чем ККС. Температура начала разложения и температура максимума пика тепловыделения для ККС в аналогичных условиях была всегда на 50-100 С ниже.

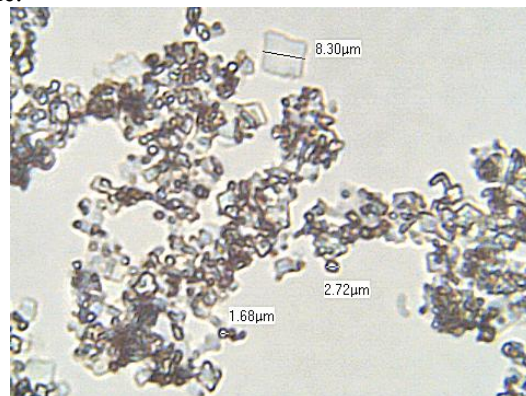


Рис.2. Кристаллы КСЮ3 (увеличение 1000х)

Закономерности горения МСК и ККС с различными окислителями также различаются, хотя и имеют некоторые общие черты (рис.3 и рис.4). В целом скорость горения смесей не зависит от максимальной температуры пламени (таблица 2). Общим для всех составов является довольно низкий показатель степени в законе горения (ν). За исключением участка низких давлений (до $\sim 2,5$ атм) для смесей с нитратом калия, показатель ν во всех случаях не превышает 0,36, а в большинстве случаев - значения 0,2. Следует отметить, что классический диффузионный режим горения гетерогенных систем с крупнодисперсными окислителями характеризуется показателем ν в районе 0,5 и выше [6, 8]. Наблюдаемые низкие показатели степени в законе горения мелкодисперсных систем могут свидетельствовать о том, что их горение в значительной мере определяется кинетическими законами, а не скоростью диффузии, как в случае крупнодисперсных смесей. При этом можно предположить, что температура ведущей зоны горения ограничена процессами плавления компонентов или продуктов реакции и слабо зависит от давления, что и обуславливает низкое значение показателя ν .

Таблица 2. Основные свойства и оценочный размер частиц компонентов смесей

Название	Плотность, г/см ³	$T_{н.разл.}$, °С	ΔH^0 , кДж/моль	Форма кристаллов	Размер кристаллов	E^0 , В
Калия перхлорат	2,52	547	-472,2	гексагональные	1,5-2	+0,56
Калия хлорат	2,32	400	-391	моноклинные	1,5-8	+0,63
Калия бромат	3,27	434	-376	тригональные	1,5-2	+0,61
Калия нитрат	2,11	533	-494,5	ромб. и тригональн.	1,5-2	+0,25
Калия йодат	3,89	560	-327,6	кубические	1,5-2	+0,26
Калия периодат	3,62	582	-460	тетрагональные	1,5-2	+0,37
ККС	1,845	300	-254	моноклинные	1-2	+0,356
МСК	-	350	-460	моноклинные	2-10	-1,5

Примечание: значения стандартного окислительного потенциала E^0 взяты для нейтральной среды [6]. Основные свойства веществ взяты из справочника [11]. Свойства периодата калия (метапериодата калия) взяты из [12, 13]. Температуры разложения ККС и МСК взяты из данных ДСК и ТГ анализа этих веществ. Температуры разложения солей-окислителей взяты из [1, 12, 13, 14]

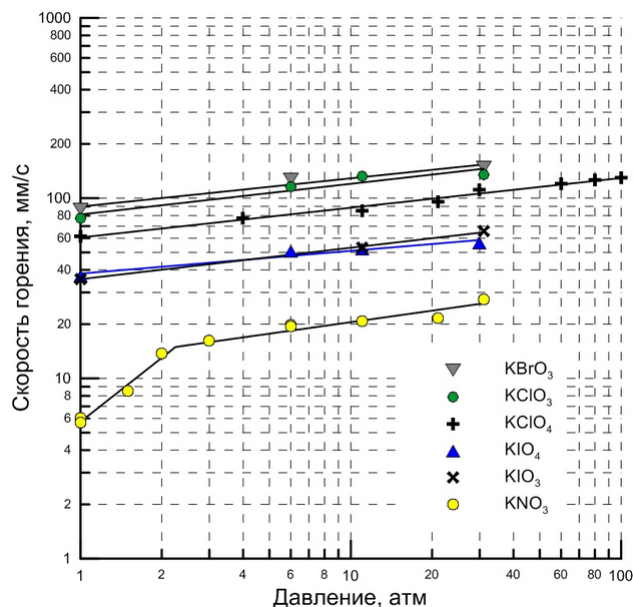


Рис.3. Зависимость скорости горения от давления для смесей МСК с различными окислителями

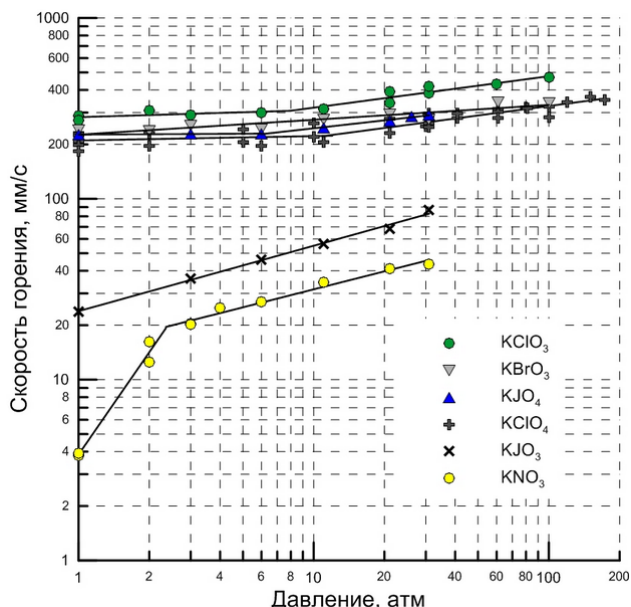


Рис.4. Зависимость скорости горения от давления для смесей ККС с различными окислителями

Таблица 2. Законы горения и расчетные температуры пламени для смесей ККС и МСК с окислителями.

Наименование смеси	Массовое соотношение, %	Интервал давлений, атм	Закон горения $U=BP^v$ (мм/с; атм)	Скорость горения при 30 атм, мм/с	Температура горения (расчет), К
$K_2Mg[Fe(CN)_6]/KClO_4$	39/61	1-100	$U=60,34P^{0.16}$	105	2664
$K_2Mg[Fe(CN)_6]/KClO_3$	34/66	1-31	$U=81,45P^{0.17}$	146	2621
$K_2Mg[Fe(CN)_6]/KBrO_3$	27/73	1-31	$U=90,02P^{0.16}$	156	2606
$K_2Mg[Fe(CN)_6]/KNO_3$	38/62	1-3 3-31	$U=5,75P^{1.18}$ $U=12,55P^{0.21}$	26	2460
$K_2Mg[Fe(CN)_6]/KIO_3$	23/77	1-31	$U=35,52P^{0.17}$	64	2162
$K_2Mg[Fe(CN)_6]/KIO_4$	27/73	1-31	$U=38,09P^{0.13}$	60	2561
$K_3[Fe(CN)_6]/KClO_4$	40/60	1-11 11-173	$U=210,61P^{0.02}$ $U=146,94P^{0.17}$	264	2675
$K_3[Fe(CN)_6]/KClO_3$	35/65	1-11 11-101	$U=281,46P^{0.04}$ $U=214,86P^{0.17}$	385	2619
$K_3[Fe(CN)_6]/KBrO_3$	28/72	1-101	$U=225,88P^{0.08}$	297	2601
$K_3[Fe(CN)_6]/KNO_3$	35/65	1-2.5 2.5-31	$U=3,86P^{1.88}$ $U=14,73P^{0.33}$	46	2456
$K_3[Fe(CN)_6]/KIO_3$	23/77	1-31	$U=23,81P^{0.36}$	82	2164
$K_3[Fe(CN)_6]/KIO_4$	28/72	1-6 6-31	$U=225,88P^{0.07}$ $U=175,91P^{0.15}$	294	2567

Наибольшие скорости горения показывают смеси каждого из горючих с сильными окислителями – хлоратом, броматом и перхлоратом калия. Смесей ККС с этими окислителями горят заметно быстрее, чем аналогичные смеси на основе МСК, а различия в скоростях между смесями на основе ККС выражены слабее. Смесей со слабыми окислителями (KNO_3 и KIO_3) горят медленнее других, а скорости горения не сильно отличаются при смене горючего.

Однако при горении составов с периодатом калия такая смена горючего сильно сказывается на скорости процесса. Смесь периодата калия с ККС горит так же быстро (200-300 мм/с), как смеси с

хлоратом, перхлоратом и броматом калия. В то же время скорости горения смеси периодата калия с МСК невелики (40-60 мм/с) и практически равны скоростям горения смеси МСК с иодатом калия. При смене МСК на менее стабильную ККС происходит «расщепление» скоростей горения этих составов: зависимость $U(P)$ для периодатной смеси поднимается вверх, достигая зависимостей $U(P)$ для смесей с сильными окислителями. Возможной причиной такого поведения служит стадийный характер разложения периодата с отщеплением кислорода на начальной стадии и образованием относительно стабильного иодата калия. Ранее

двухпламенный режим горения органических периодатов был отмечен в [5]. В отличие от ККС, где внутренняя сфера является менее стабильной, при горении смеси периодата калия с МСК теплового эффекта первой стадии может не хватить на «запуск» быстрого разложения комплексного цианоферрата. В результате проделанной работы было показано, что скорость горения мелкодисперсных смесей неорганических окислителей с цианокомплексами двух- и трехвалентного железа не зависит от температуры

горения и коррелирует со стандартным окислительным потенциалом окислителя. Изменяя активность окислителя, можно получить широкий спектр скоростей горения, которые достигают 300-400 мм/с при давлении 30 атм. Природа горючего также оказывает заметное влияние на уровень скорости горения. Низкие показатели степени в законах горения изученных мелкодисперсных смесей говорят о высокой доле кинетического режима в механизме горения.

Чепурной Алексей Олегович, студент V курса кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Егоршев Вячеслав Юрьевич, старший преподаватель кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Мельников В.Э. Современная пиротехника. – М, 2014. – 480 с.
2. Козак Н.Д. Исследование свойств быстрогорящей пиротехнической смеси: дипломная работа – РХТУ им. Д.И.Менделеева. – 2015.
3. Фогельзанг А.Е., Аджемян В.Я., Светлов Б.С. Влияние природы окислителя, содержащегося во взрывчатом соединении, на скорость его горения // Доклады АН СССР. – 1971. – С. 1296-1299.
4. Фогельзанг А.Е., Аджемян В.Я., Светлов Б.С. О роли реакционной способности окисляющей группы при горении взрывчатых соединений // М: Горение и взрыв. – 1972. – С. 63-66.
5. Фогельзанг А.Е., Аджемян В.Я., Светлов Б.С. Исследование горения органических периодатов и иодатов // Новосибирск: Физика горения и взрыва – №2 (отдельный выпуск). – 1975. – С. 199-207.
6. Фогельзанг А.Е., Колясов С.М., Светлов Б.С. Горение конденсированных смесей с различными окислителями // М: Вопросы теории взрывчатых веществ. – 1974. – С. 119-122.
7. Sinditskii V.P. Egorshv V.Yu. Combustion Mechanism and Kinetics of Thermal Decomposition of Ammonium Chlorate and Nitrite // Central European Journal of Energetic Materials. – №7 (1). – 2010. – P. 61-75.
8. Бахман Н.Н., Беляев А.Ф. Горение гетерогенных конденсированных систем. – М: Наука, 1967. – 227 с.
9. Fronabarger J.W. Igniter composition comprising a perchlorate and potassium hexacyano cobaltate II // United States patent 3.793.100, Feb. 19, 1974.
10. Robinson F.W. Double and triple ferrocyanides of magnesium, aluminium, and cerium with potassium and ammonium // J. Chem. Soc., Trans. – Vol. 95. – 1909. – P. 1353-1359.
11. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник – 3-е изд. – Л: Химия, 1991. – 432 с.
12. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ. – М.: Химия, 2000. – 480 с.
13. Ефимов А.И. Свойства неорганических соединений. Справочник. – Л: Химия, 1983. – 392 с.
14. Манелис Г.Б. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов. – М.: Наука, 1996. – 224 с.

*Chepurnoy Aleksey Olegovich, Egorshv Viacheslav Yur'yevich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: egorshv@yahoo.com

STUDY ON COMBUSTION OF FINE-DISPERSED MIXTURES OF IRON CYANO COMPLEXES WITH INORGANIC OXYDIZERS

Abstract

The combustion of fine-dispersed binary mixtures of inorganic oxidizers with ferricyanic and ferrocyanic acid salts having different oxidation level of iron have been investigated. The burning rate of the mixtures has been shown to depend on both the red-ox potential of the oxidizer and stability of the fuel. Mixtures with iron (III) cyano complexes appeared to burn two to three times faster than analogous iron (II) cyano complexes.

Key words: fast-burning heterogeneous mixtures, potassium ferricyanide, double ferrocyanide of magnesium-potassium, inorganic oxidizers, red-ox potential.

УДК 662.352:662.311.11

А.А. Шатохин, В.А. Сизов, Ю.Г. Шепелев*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: shel@rctu.ru

ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В СОЧЕТАНИИ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ БАЛЛИСТИТНЫХ ПОРОХОВ

Исследована температурная зависимость скорости горения (в интервале 223 – 323 К) баллиститного пороха, содержащего катализаторы горения в сочетании с углеродными нанотрубками. Зависимость температурного коэффициента скорости горения β от давления (в диапазоне 0,1 – 100 МПа) при использовании катализаторов в сочетании с нанотрубками имеет сложный характер: в диапазоне 1-10 МПа величина β близка к нулю, затем возрастает и проходит через максимум при 75 МПа. При давлении выше 75 МПа коэффициент β катализированного пороха снижается с ростом давления так же, как и в случае исходного пороха (без катализаторов).

Ключевые слова: баллиститный порошок, катализ горения, углеродные нанотрубки, температурный коэффициент.

Закономерности горения баллиститных порохов различного состава, в частности, зависимости скорости горения от давления и начальной температуры заряда, подробно изучены при давлении $p < 20$ МПа в интервале температур 223-323 К. Влияние начальной температуры на скорость горения характеризуется температурным коэффициентом скорости горения $\beta = d \ln u / dT_0$.

Известно, что коэффициент β в области относительно низкого давления можно снижать с помощью катализаторов горения. В работе [1] было изучено влияние катализаторов на температурный коэффициент скорости горения в интервале давления от 1,5 до 15 МПа. При этом была найдена взаимосвязь между эффективностью действия катализаторов $Z = U_k/U_0$ (где U_k и U_0 – скорость горения пороха с катализатором и без него, соответственно) и изменением коэффициента β при введении катализатора: $\beta_0 / \beta_k = (0,5 \div 1)Z^2$. В работе [2] для порохов с различным соотношением между нитроэфирным пластификатором (нитроглицерин, динитрат диэтиленгликоля, нитрогликоль) и нитроцеллюлозой изучено влияние начальной температуры на скорость горения в области высоких давлений. Однако действие катализаторов на температурный коэффициент в области высоких давлений практически не изучено.

В данной работе исследовано влияние катализаторов на температурную зависимость скорости горения модельного пороха на основе нитроцеллюлозы и нитроглицерина (порох А) в области давления от 1 до 100 МПа. В качестве катализаторов использовались органические соли меди и никеля в сочетании с углеродными нанотрубками (УНТ). Исследования проводили в интервале начальных температур заряда от 223 до 323 К. При каждой температуре проводили 3-5 опытов.

В интервале давления от 1 до 20 МПа опыты проводили в приборе постоянного давления методом угловых точек на бронированных по боковой поверхности цилиндрических образцах диаметром 7 мм. При давлении от 20 до 100 МПа скорость горения определяли в манометрической бомбе объемом 35 см³ методами Вьеля и угловых точек.

Заряд размещали в бумажном стаканчике, внутри которого пороховой элемент для теплоизоляции обкладывали сухим пироксилином. Ранее в работе [2] было установлено, что после извлечения заряда такой конструкции из термостата, изменение температуры на 1 К на поверхности шашки происходит примерно за 1 мин. Нами были проведены подобные измерения и результаты были подтверждены. Термостатирование зарядов проводили в течение 3-4 часов, а испытание после извлечения из термостата за 45-60 секунд.

В случае испытаний методом Вьеля применяли заряды в форме ленты. С помощью созданной в РХТУ им. Д.И. Менделеева программы MANO-2 обрабатывали кривую $p(\tau)$ в интервале изменения сгоревшей части заряда ψ от 0,1 до 0,9, затем с помощью формул классической внутренней баллистики на основании геометрического закона рассчитывали скорость горения.

При сжигании образцов методом угловых точек использовали заряды в форме цилиндрической таблетки диаметром 18 и высотой 3-4 мм. Масса одной таблетки составляла 1-1,5 г. Скорость горения определяли исходя из высоты таблетки и времени ее горения: $u = 2e_1 / 2\Delta\tau$, и относили к среднеинтегральному давлению в опыте. Уровень давления задавали величиной массы дополнительного быстрогорающего заряда из сухого пироксилина №1.

Изложенная методика обеспечивает среднеквадратичное отклонение скорости горения для метода Вьеля не более 5-7% и для метода угловых точек 2-3%. Как показано в работе [2],

погрешность измерения температурного коэффициента на уровне 1 %/К в интервале температуры 223-323 К составляет от 46 до 146% при погрешности измерения скорости горения от 2 до 7%, соответственно.

Для образца с катализаторами зависимость $\beta(p)$ носит сложный характер (табл. 1, рис. 1): величина коэффициента β при давлении 1-10 МПа очень низкая ($\sim 0,25$ %/К), с ростом давления от 10 до ~ 70 МПа значения β возрастают и достигают максимума (2,6 %/К) при 70-75 МПа. После 75 МПа характер зависимости $\beta(p)$ такой же, как и для пороха без катализаторов, то есть с ростом

давления величина β снижается. Данные для пороха А без катализаторов заимствованы из работы [1]: значение β_0 падает с ростом давления и составляет 3-5 %/К (табл. 1, рис. 1).

Анализ полученных данных показывает, что наблюдается связь величины β с эффективностью действия катализатора Z. Так, при низких давлениях (1 - 20 МПа) для данного образца Z составляет 2,6 - 5,9, а величина β близка к нулю; с ростом давления от 20 до 100 МПа эффективность катализатора падает (Z уменьшается от 2,6 до 1) и, соответственно, коэффициент β растёт до значения 2,6 %/К, не достигая величины, соответствующей некатализируемому пороху.

Таблица 1. Температурный коэффициент β для пороха А с катализаторами в сочетании с УНТ при различных давлениях

Параметр	Порох А [1]					Порох А с катализаторами и УНТ				
	при давлении, МПа					при давлении, МПа				
	1	10	20	50	100	1	10	20	50	100
Z	-	-	-	-	-	5,9	3,4	2,6	1,3	1,01
β , %/К	8,5	4,1	3,8	3,6	3,5	0,25	0,4	0,9	2,6	2,3
β_0/β_k	эксп.	-	-	-	-	34	10,3	4,2	1,4	1,5
	расч.	-	-	-	-	17,4...34,8	5,8...11,6	3,4...6,8	0,85...1,7	0,5...1

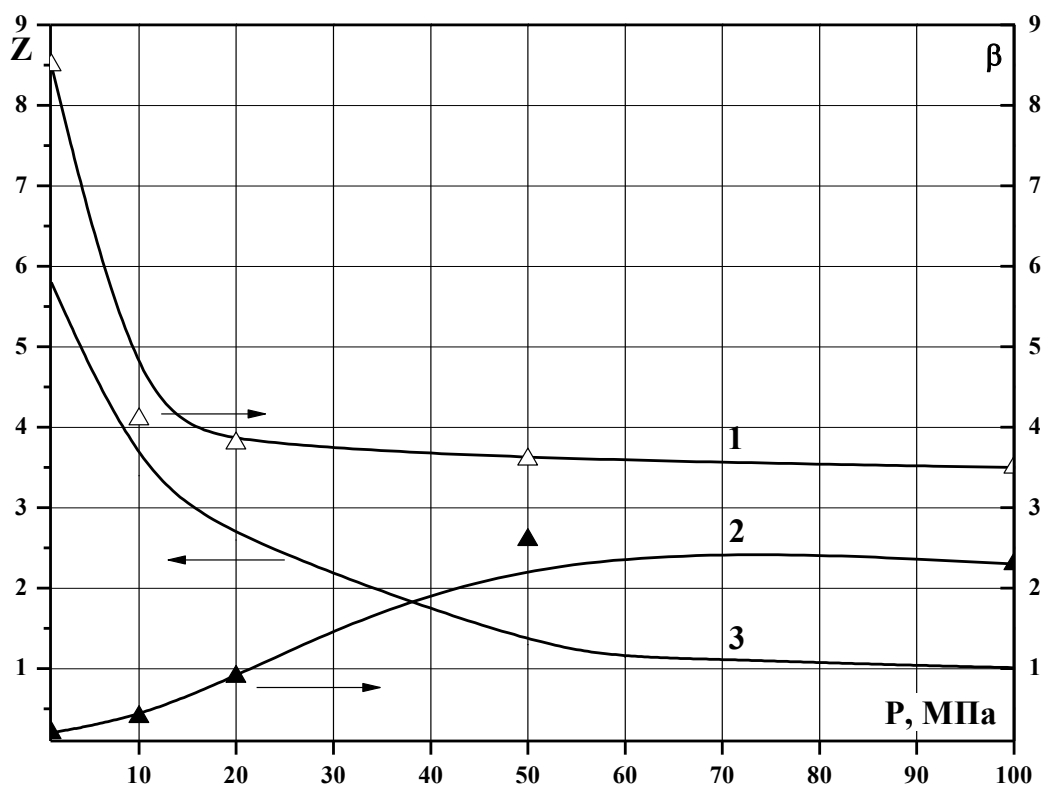


Рис. 1. Зависимость температурного коэффициента β (1, 2) и эффективности действия катализаторов (3) от давления (1 – порох А; 2 – порох А с катализаторами)

Как было указано выше, существует взаимосвязь между снижением температурной зависимости скорости горения пороха при введении в него катализаторов β_0/β_k и эффективностью действия этих катализаторов Z . В табл. 1 приведены как экспериментальные, так и расчётные значения величины β_0/β_k . Поскольку эффективность катализатора слабо зависит от начальной температуры (например, при 10 МПа $Z=3,1-3,4$), то для расчёта использовали среднее Z в интервале температур от 223 до 323 К.

Видно, что для образца с катализаторами и УНТ при всех давлениях выполняется зависимость $\beta_0 / \beta_k = (0,5 \div 1)Z^2$, то есть экспериментальные

данные хорошо согласуются с теоретическими представлениями. Отметим, что скорость горения исходного пороха при разбавлении его каталитическими добавками должно снизиться примерно на 15% и в результате действительное значение Z должно быть выше, что обеспечит лучшую сходимость экспериментальных и теоретических значений β_0/β_k .

Таким образом, катализаторы горения в сочетании с углеродными нанотрубками снижают температурную зависимость скорости горения баллистических порохов и в области высокого (до 100 МПа) давления.

Шатохин Алексей Анатольевич, студент 5 курса инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Сизов Владимир Александрович, аспирант, ведущий инженер кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Шепелев Юрий Германович, к.т.н., доцент, доцент кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Архипов А.Г., Денисюк А.П. Влияние катализаторов на температурный коэффициент скорости горения конденсированных систем на основе нитроцеллюлозы // Физика горения и взрыва. 1990. Т. 26, № 5. С. 65-69.
2. Шепелев Ю.Г., Фогельзанг А.Е., Денисюк А.П., Демидов А.Е. Влияние начальной температуры на скорость горения баллистических порохов в области высокого давления // Физика горения и взрыва. 1990. Т. 26, № 4. С. 40-45.

*Shatokhin Aleksey Anatolievich, Sizov Vladimir Aleksandrovich, Shepelev Yury Germanovich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: shel@rctu.ru

INFLUENCE OF THE CATALYSTS IN COMBINATION WITH CARBON NANOTUBES ON THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF DOUBLE-BASE PROPELLANT

Abstract

Temperature dependence (in range 223 – 323 K) of double-base propellant with burning rate catalysts and carbon nanotubes was investigated. The $\beta(p)$ dependence (in pressure range 1- 100 MPa) has a complicated nature when we use catalysts with carbon nanotubes, at 1 – 10 MPa $\beta \sim 0$ and has a maximum at 75 MPa. After 75 MPa the dependence $\beta(p)$ is similar for the catalyzed propellant as for the propellant without additives, decreases with the growth of pressure.

Keywords: double-base propellant, combustion catalysis, carbon nanotubes, temperature coefficient.

УДК 667.657.4

Т.В. Яковенко*, Г.К. Яруллина, И.В. Гарустович, О.Н. Шишилов, Н.О. Мельников

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: yakovenko.tv@gmail.com

СФЕРОПЛАСТИКИ КАК ТЕРМОИЗОЛИРУЮЩИЕ ЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В результате работы была изучена теплопроводность полимерных композиционных материалов в зависимости от средней плотности стеклянных полых микросфер, их среднего размера и концентрации. В ходе подбора оптимального сочетания вышеуказанных параметров для достижения низкой теплопроводности, а также для снижения пожарной опасности рассматриваемых материалов были использованы различные связующие и антипирены. В результате был получен трудногорючий материал с коэффициентом теплопроводности 0.079 Вт/(м·К).

Ключевые слова: сферопластики, микросферы, теплопроводность, снижение пожарной опасности, антипирены.

Сферопластики представляют собой композиционные материалы на основе полимерных связующих, основным наполнителем которых являются полые микросферы. Такие композиты успешно сочетают низкую плотность и теплопроводность с высокими механическими характеристиками, что обусловило их широкое применение в судостроении и авиационной промышленности [1]. В последнее время сферопластики рассматриваются также в качестве перспективных материалов для теплоизоляции технологического оборудования и трубопроводов, а также для их защиты от воздействия экстремальных температур в диапазоне $-196...+800-900^{\circ}\text{C}$ (нижний предел соответствует т.н. криогенному проливу, верхний – стандартному температурному режиму пожара [2]).

К материалам, применяемым в промышленности в качестве защитных покрытий, предъявляются ряд требований, дополняющих требования функциональной эффективности: устойчивость к агрессивной промышленной атмосфере, антикоррозионная защита покрываемых поверхностей, низкая горючесть (или полное её отсутствие). С учётом этих требований мы приготовили сферопластики на основе индивидуальных эпоксидных смол бисфенольного типа, их сочетаний с силиконовыми смолами и специализированных смол. Смолы отверждались полиаминными и аминамидными отвердителями. В качестве наполнителей использовались полые стеклянные микросферы производства 3М со средней плотностью 0.2, 0.37 и 0.6 г/см³, средний размер частиц при этом составил 120, 85 и 30 мкм соответственно. Было определено влияние концентрации микросфер на теплопроводность композиционных материалов в диапазоне 10-40 % масс., а также изучены возможности снижения горючести получаемых материалов за счет введения в их состав жидких антипиренов – хлорпарафина ХП-470 и трихлорэтилфосфата (ТХЭФ) в количестве от 4 до 20 % масс.

Измерение теплопроводности проводили с помощью измерителя теплопроводности ИТП-МГ4 при стационарном тепловом режиме по ГОСТ 7076-99. Принцип работы прибора основан на создании стационарного теплового потока, проходящего через плоский образец определенной толщины и направленного перпендикулярно к лицевым граням образца, измерении толщины образца, плотности теплового потока и температуры противоположных лицевых граней [3]. Образцы изготавливали в виде прямоугольного параллелепипеда с квадратными лицевыми гранями размером 100×100 мм. Толщина образцов составляла от 7 до 18 мм. Расчет коэффициента теплопроводности λ производился вычислительным устройством по формуле:

$$\lambda = \frac{H \cdot q}{T_n - T_x}, \quad (1)$$

где H – толщина измеряемого образца, мм, q – плотность стационарного теплового потока, проходящего через измеряемый образец, Вт/м², T_n – температура горячей грани измеряемого образца, К, T_x – температура холодной грани измеряемого образца, К.

Рост концентрации микросфер, как и можно было ожидать, приводит к снижению коэффициента теплопроводности. Предельную концентрацию определяли как максимально возможное содержание микросфер, при котором материал сохраняет текучесть в неотвержденном состоянии. Для всех использованных микросфер максимальная загрузка составила 22 % масс.

Измерения теплопроводности композитов, приготовленных с использованием микросфер со средним размером частиц 120, 85 и 30 мкм с равной максимальной концентрацией – 22 % масс. – показали, что коэффициент теплопроводности таких материалов линейно зависит от среднего размера микросфер (рис. 1).

Известно, что для композиционных материалов коэффициент теплопроводности определяется как:

$$\lambda_{\text{композиита}} = \sum \lambda_i \cdot \nu_i$$

где λ_i – коэффициенты теплопроводности основ/наполнителей, v_i – объемные доли основ/наполнителей.

В случае композита на основе полимерного связующего со стеклянными микросферами получаем:

$$\lambda_{\text{композица}} = \lambda_{\text{основы}} \cdot v_{\text{основы}} + \lambda_{\text{воздуха}} \cdot v_{\text{воздуха}} + \lambda_{\text{стекла}} \cdot v_{\text{стекла}}$$

Объемная доля самих микросфер в композите составляет 50-70 %, а доля стекла в самой сфере – не более 5 % по объему, таким образом, $v_{\text{стекла}}$ не превосходит 0.025-0.035, т.е. вкладом стекла можно пренебречь:

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{композица}} &= \lambda_{\text{основы}} \cdot v_{\text{основы}} + \lambda_{\text{воздуха}} \cdot v_{\text{микросфер}} = \\ &= \lambda_{\text{основы}} \cdot (1 - v_{\text{микросфер}}) + \lambda_{\text{воздуха}} \cdot v_{\text{микросфер}} = \\ &= \lambda_{\text{основы}} + v_{\text{микросфер}} \cdot (\lambda_{\text{воздуха}} - \lambda_{\text{основы}}) \end{aligned}$$

Поскольку массовая концентрация сфер в изученном ряду сохраняется, то их объемная доля растет линейно с уменьшением плотности, которая, в свою очередь, линейно связана со средним размером, что и обуславливает линейный характер зависимости $\lambda_{\text{композица}}$ от среднего размера микросфер.

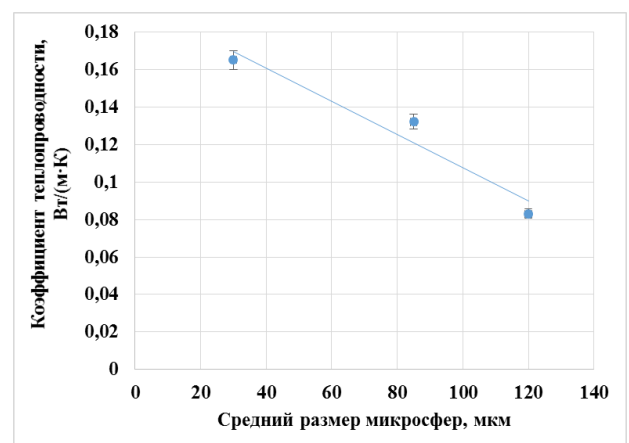
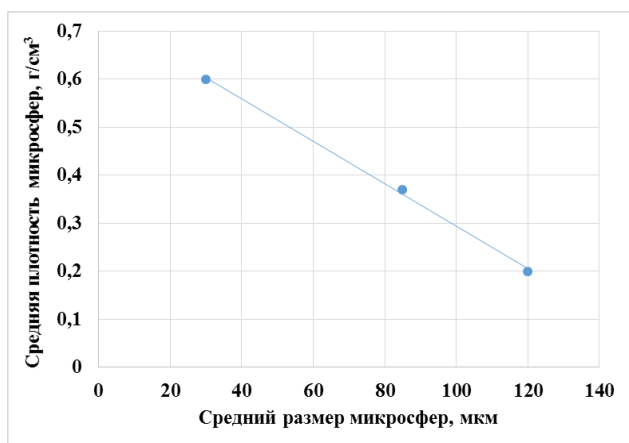


Рис. 1. Зависимость теплопроводности композиционных материалов от среднего размера микросфер

Приведенная зависимость позволяет также оценить вклад теплопроводности полимерной основы. Коэффициент теплопроводности большинства эпоксидных и силиконовых смол лежит в интервале 0.15-0.20 Вт/(м·К). Рис. 2 иллюстрирует изменение теплопроводности

композита с 22 % масс. микросфер со средним диаметром 120 мкм в зависимости от используемой смолы. Специализированная смола позволяет получить композит с коэффициентом теплопроводности 0.079 ± 0.002 Вт/(м·К). Теоретический предел коэффициента теплопроводности для композитов данного типа составляет 0.04 Вт/(м·К), исходя из максимальной объемной доли микросфер в 90 %, поскольку доля связующего должна составлять не менее 10 % для обеспечения целостности материала.

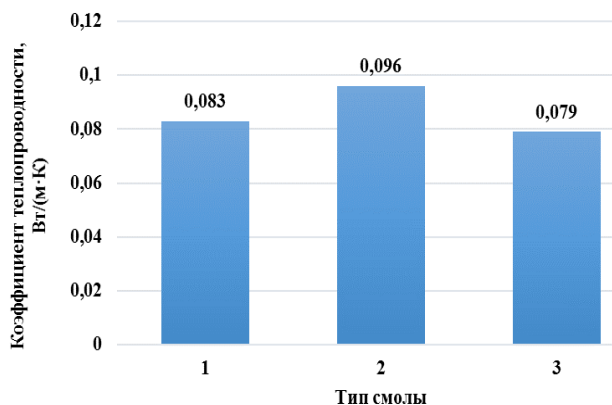


Рис. 2. Зависимость теплопроводности композиционных материалов от типа смолы: 1 – эпоксидная, 2 – эпоксидная + силиконовая, 3 – специализированная

Были проведены испытания горючести полученных композиционных материалов методом определения стойкости к горению при воздействии пламени газовой горелки по ГОСТ 28157-89 [4]. Образцы в форме брусков с размерами 125×10×10 мм испытывали в вертикальном положении при поднесении снизу пламени горелки на 10 с. После удаления пламени образцы на основе эпоксидной смолы, в том числе модифицированные силиконовой смолой, поддерживали горение в течение более 30 с и не прошли испытание. Введение в эпоксидные полимерные материалы до 20 % масс. антипиренов привело к незначительному увеличению коэффициентов теплопроводности (табл. 1), но заметного снижения горючести не обеспечило.

Таблица 1. Теплопроводность композитов на основе эпоксидной смолы в зависимости от содержания и типа антипирена

Содержание антипирена, % масс.:	λ , Вт/(м·К)	
	ХП	ТХЭФ
4	0,080	0,081
10	0,083	0,083
20	0,085	0,084

Время горения и тления материала на основе специализированной смолы составило 9 с после первого удаления пламени и 15 с после повторного. Таким образом, использование в качестве связующего специализированной смолы без дополнительного введения антипиренов обеспечивает стойкость композиционного материала к горению категории ПВ-0. При этом

стоит отметить, что такой материал является хрупким и требует введения в состав пластификаторов. Оптимальным при этом видится использование хлорпарафинов и трис-(2-хлорэтил)фосфата, которые, как уже было показано, не оказывают существенного влияния на коэффициент теплопроводности, являются негорючими и обладают пластифицирующим действием. Соответствующие исследования будут проведены позднее.

Обобщая полученные в работе данные, можно сделать вывод, что оптимальное соотношение

низкой теплопроводности ($\lambda = 0.079$ Вт/(м·К)) и высокой стойкости к горению (категория ПВ-0 в соответствии с [4]) дает композиционный материал на основе специализированной смолы при концентрации микросфер 22 % масс. со средней плотностью частиц 0.2 г/см³ и средним диаметром 120 мкм. Материал данного типа может быть использован для создания теплоизоляционных защитных покрытий для промышленного оборудования.

Яковенко Татьяна Викторовна, аспирантка кафедры Техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Яруллина Гузаль Касымовна, магистрантка 1 курса факультета Биотехнологии и промышленной экологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Гарустович Ирина Викторовна, генеральный директор ООО «ОЗ-Инновация», Россия, Москва.

Шишилов Олег Николаевич, к.х.н., директор по науке и инновациям ООО «ОЗ-Инновация», Россия, Москва.

Мельников Никита Олегович, к.т.н., доцент кафедры Техносферной безопасности РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Соколов И. И. Сферопластики на основе терморезактивных связующих для изделий авиационной техники: дис. ... канд. техн. наук. — М., 2013. — С. 4-5.
2. ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
3. ГОСТ 7076-99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.
4. ГОСТ 28157-89. Пластмассы. Метод определения стойкости к горению.

Yakovenko Tatyana Viktorovna, Yarullina Guzal Kasymovna, Garustovich Irina Viktorovna, Shishilov Oleg Nikolaevich, Melnikov Nikita Olegovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: yakovenko.tv@gmail.com

SPHEROPLASTICS AS THERMAL INSULATING PROTECTIVE MATERIALS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

Abstract

The thermal conductivity of polymer composite materials depending on average density of glass hollow microspheres, concentration, its average size, particle size distribution and concentration was examined as a result of the work. In the process of selection optimal combination of above mentioned parameters in order to ensure low thermal conductivity, as also for fire hazard reduction of considered materials the different binders and fire retardants were used. Eventually the hardly combustible material with coefficient of thermal conductivity equal 0.079 W/mK was received.

Key words: spheroplastics, microspheres, thermal conductivity, fire hazard reduction, fire retardants.

**ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ И
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ,
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И
СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ
НАУКИ**

УДК 338.012

А. О. Грицаенко*, Н. И. Гавриленко

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: nig53@yandex.ru

АНАЛИЗ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

В статье рассмотрена актуальность импортозамещения химической продукции, проанализированы существующие риски реализации стратегии импортозамещения в химической промышленности России, приведены рекомендации по минимизации и снижению влияния выявленных рисков на дальнейшую реализацию импортозамещения в отрасли.

Ключевые слова: химическая промышленность, импортозамещение, риски реализации, рекомендации.

Импортозамещение представляет собой политику государства по защите производимой на территории страны продукции от зарубежных аналогов: она включает в себя не только ограничительные меры по импорту зарубежной продукции, но также направлена на развитие отечественных предприятий, повышение конкурентоспособности производимой ими продукции, создание дополнительных рабочих мест. Актуальность импортозамещения химической продукции в Российской Федерации в настоящее время не вызывает сомнений: потребление химической продукции в нашей стране находится в сильной зависимости от импорта. Его доля в структуре потребления в последние годы составляет более 30%, основу импорта химической продукции составляют полимерные вещества: смолы, пластики и изделия из них, лакокрасочные материалы, химические волокна, а также химреактивы [1].

По данным Росстата, рост химического производства в 2015 году по сравнению с 2014 годом составил 6,3% — это лучший результат отрасли за последние пять лет и лучший результат среди отраслей обрабатывающего сектора промышленности. При этом стабильно высокий темп роста сохранялся в отрасли на протяжении всего года: в первом квартале рост химического производства составил в годовом сравнении 6,7%, во втором квартале — 5,9%, в третьем квартале — 6,5%, в четвертом квартале — 5,4% [2].

В 2015 году в отрасли было установлено несколько рекордов: до максимального исторического значения увеличилось производство минеральных удобрений, полимеров пропилен и поливинилхлорида. Наряду с хорошим производственным результатом химическая промышленность продемонстрировала отличный финансовый результат. Сальдированная прибыль в отрасли по итогам 2015 года составила 369,8 млрд руб., что в 23 раза больше, чем в 2014 году [3].

Все вышеперечисленное подтверждает, что стратегия импортозамещения в химической промышленности России демонстрирует хорошие результаты и имеет дальнейшие перспективы

развития. Тем не менее, ее реализация сопряжена с определенными рисками, которые могут препятствовать достижению запланированных результатов. По своей природе, существующие риски могут быть разделены на две основные группы: макроэкономические и операционные риски.

К группе макроэкономических рисков относятся:

1. Кризисные явления в экономике.
2. Отток квалифицированных кадров.
3. Нарушение сроков модернизации.

Снижение темпов роста экономики и уровня инвестиционной активности, превышение уровня инфляции и высокий курс рубля, вероятность ухудшения внутренней и внешней конъюнктуры цен на химические товары осложняют достижение целей стратегии импортозамещения.

Падение курса рубля по отношению к основным валютам способствует повышению конкурентоспособности продукции российского химического комплекса на внутреннем рынке, а также развитию ее экспорта. Однако в то же время, высокая степень зависимости от импортных, а зачастую и дорогостоящих, компонентов и оборудования делает их еще менее доступными для российских компаний в условиях снижения курса рубля к доллару США и евро.

Низкая привлекательность российской химической и нефтехимической промышленности для молодых специалистов, обусловленная более низким уровнем заработной платы и менее комфортными условиями труда, чем в странах Европы и США, создает предпосылки для продолжения оттока профессиональных кадров из России, что может привести к замедлению технологического развития российской химической и нефтехимической промышленности.

Недостаточная заинтересованность российских отраслевых компаний в инновационном развитии, низкий уровень инвестиций, в особенности в отраслевую науку, отсутствие достаточных финансовых ресурсов могут отложить модернизацию отрасли, что приведет к нарастанию технологического отставания от мировых лидеров химического комплекса и потере

конкурентоспособности, как на экспортном, так и на внутреннем рынке.

Кроме того, существенным риском является срыв сроков модернизации в нефтехимической промышленности. Неосуществление планов по строительству новых мощностей и модернизации уже существующих или дальнейший их перенос на период после 2019 г. ставит под вопрос реализацию стратегии импортозамещения, в особенности с учетом ускоренного развития нефтехимической отрасли в Юго-Восточной Азии, Турции и на Ближнем Востоке.

Для снижения влияния кризисных явлений в экономике на реализацию стратегии импортозамещения необходимо стимулирование спроса на продукцию химического комплекса в потребляющих отраслях, предоставление налоговых льгот производителям химической и нефтехимической продукции по приоритетным направлениям. Кроме того, необходимо стимулирование импортозамещения в поставках оборудования и сырья для химической и нефтехимической промышленности, а также стимулирование привлечения инвестиций в химический комплекс и реализация прочих форм поддержки отечественных производителей химической и нефтехимической продукции.

Для минимизации риска оттока квалифицированных кадров необходимо выработать эффективную кадровую политику в химической и нефтехимической промышленности, а именно:

- разработать основные параметры потребности в трудовых ресурсах;
- производить регулярный мониторинг кадровой потребности предприятий химического комплекса;
- организовать процесс профессиональной ориентации граждан в целях выбора сферы деятельности, трудоустройства, прохождения профессионального обучения и получения дополнительного профессионального образования в целях трудоустройства на предприятия химического комплекса;
- обеспечить повышение эффективности использования кадров путем развития профессиональной мобильности кадров предприятий химического комплекса;
- производить целевой набор студентов в образовательные учреждения высшего и среднего профессионального образования, осуществляющие подготовку по специальностям в соответствии с выявленными потребностями предприятий химического комплекса;
- обеспечить безопасные условия труда работников предприятий химического комплекса.

Во избежание нарушения сроков модернизации необходимо производить стимулирование развития инноваций, инжиниринга и химического

машиностроения, а также согласование приоритетов развития химической и нефтехимической отраслей.

Группа операционных рисков включает в себя:

1. Усиление конкуренции со стороны стран, располагающих ресурсами.
2. Невыполнение стратегий в смежных отраслях.
3. Недобросовестная конкуренция со стороны торговых партнеров.
4. Техногенные катастрофы.

Вследствие значительной степени интеграции российской экономики с мировой в последние годы мировой рынок химической и нефтехимической продукции претерпевает значительные структурные изменения.

В нефтехимический бизнес вошли крупнейшие транснациональные нефтяные компании (Exxon Mobil, Shell, British Petroleum, Total и др.), которые благодаря своим конкурентным преимуществам по сырьевым и энергетическим показателям заняли прочное, а по ряду продуктов (этилену, полиэтилену, бензолу и т.д.) даже лидирующее положение.

На рынки химической и нефтехимической продукции вышли компании развивающихся стран (Саудовской Аравии, Мексики, Кореи и др.), конкурентоспособность которых часто связана с поддержкой государства.

По объему произведенной продукции на третьем месте в мире (после США и Японии) вышел химический комплекс КНР. Нарастают свой экспортный потенциал по химической и нефтехимической продукции на базе дешевого углеводородного сырья страны Ближнего и Среднего Востока, что предопределяет высокую ценовую конкурентоспособность производимой ими продукции;

В связи с потерей конкурентоспособности на рынке крупнотоннажной продукции из-за высоких цен на сырье химические компании развитых стран закрывают такие производства, диверсифицируют свой портфель инвестиций в сторону высоких технологий глубокой переработки с производством наукоемкой малотоннажной продукции.

К ужесточению конкуренции на мировом рынке также может привести дальнейшее снижение цен на природный газ в США вследствие увеличения добычи сланцевого газа и увеличения производственных мощностей химического комплекса в арабских странах, традиционно обладающих дешевым углеводородным сырьем. Риск усугубляется предпосылками к сохранению темпов индексации тарифов и дальнейшему увеличению стоимости сырья в России.

Недостижение целевых показателей, обозначенных в стратегиях смежных отраслей, таких как План развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 года, Генеральная схема развития нефтяной отрасли на период до 2020 года, Генеральная схема развития газовой отрасли на период до 2030 года и др., может сказаться на темпах развития химического комплекса России в целом.

Введение импортных пошлин на товары из России членами ВТО, демпинг на российском рынке со стороны КНР и другие проявления недобросовестной конкуренции могут серьезно усложнить доступ к рынку для российских производителей.

С учетом того, что степень износа основных производственных фондов России по химическому комплексу в целом составляет 46,2%, а оборудования - 48,1%, то при отсутствии модернизации и технического перевооружения действующих производств велика вероятность техногенных аварий и нанесения при этом существенного ущерба окружающей среде. Это потребует дополнительных затрат, приведет к сокращению средств на развитие предприятий химического комплекса, в том числе за счет снижения инвестиционной привлекательности отрасли [4].

Для минимизации риска усиления конкуренции со стороны стран, располагающих ресурсами необходим пересмотр долгосрочной политики по повышению внутренних цен на природный газ по сравнению с экспортными согласно принципу равной доходности, а также модернизация

производственных мощностей и снижение ресурсо- и энергоемкости.

Во избежание невыполнения стратегий в смежных отраслях необходимо обеспечить максимальную синхронизацию стратегии импортозамещения с аналогичными документами, принятыми для других отраслей промышленности.

Для снижения риска недобросовестной конкуренции со стороны торговых партнеров необходимо максимально эффективно использовать инструменты ВТО, а именно производить мониторинг ситуации на международных рынках и выполнение странами-участницами обязательств в отношении российских производителей. Это позволит оказывать поддержку российским компаниям в вопросах международной торговли.

По мере реализации стратегии импортозамещения в химическом комплексе России риск возникновения техногенных катастроф будет также постепенно снижаться. Ни одним из перечисленных рисков настоящий момент нельзя пренебрегать, так как только при совокупно принятых мерах для снижения каждого риска в отдельности, реализация стратегии импортозамещения в целом будет успешной.

Грицаенко Антон Олегович аспирант кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Гавриленко Николай Иванович, д.э.н., профессор, профессор кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

2. Гавриленко Н.И., Грицаенко А.О. Развитие химического комплекса в условиях импортозамещения. // Успехи в химии и химической технологии — 2015. — Т. 29. — № 9(168). — С. 66-68.
3. Федеральная служба государственной статистики: Информация о социально-экономическом положении России, январь 2016 года. http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/info/oper-01-2016.pdf (дата обращения: 05.05.15).
4. РИА Рейтинг: Химическое производство в 2016 году снова вырастет [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://riarating.ru/comments/20160413/630017958.html> (дата обращения: 05.05.15).
5. Приказ Минпромторга России N 651, Минэнерго России N 172 от 08.04.2014 "Об утверждении Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года" [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173997/ (дата обращения: 05.05.15).

Gritsaenko Anton Olegovich, Gavrilenko Nilolai Ivanovich*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: nig53@yandex.ru

RISKS ANALYSIS OF THE IMPORT SUBSTITUTION STRATEGY IMPLEMENTATION IN RUSSIAN CHEMICAL INDUSTRY AND WAYS OF THEIR REDUCTION.

Abstract

The article describes the relevance of import substitution of chemical products, existing risks of the import substitution strategy in Russian chemical industry and provides recommendations for minimization and reduction of impact of the risks for further strategy implementation.

Key words: chemical industry, import substitution, risks, recommendations.

УДК 658.528

О. Г. Давыдова, А. В. Малков*

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: malkov@muctr.ru

КОСВЕННЫЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В наше время проблема промышленной безопасности особенно распространена на предприятиях. Техногенные катастрофы оказывают значительное негативное воздействие на все сферы. Создание соответствующих систем менеджмента позволяет снизить вероятность наступления аварий и катастроф. Для сокращения риска возникновения нештатных ситуаций необходимо учитывать и анализировать не только прямые, но косвенные причины аварийности.

Ключевые слова: промышленная безопасность; причины аварий; техногенные катастрофы; устойчивое развитие; системы менеджмента.

В современном мире в результате мощного развития промышленности совместно с первичными технологическими задачами предприятия наиболее актуальна проблема промышленной безопасности. Техногенные аварии и катастрофы оказывают неблагоприятное влияние на социальную, экономическую сферу и окружающую среду.

Техногенными катастрофами считаются крупные аварии, разрушающие окружающую среду, а также приводящие к человеческим и экономическим потерям. К техногенным катастрофам относятся аварии на промышленных объектах, строительстве, железнодорожном, воздушном, автомобильном, трубопроводном и водном транспорте. В результате часто возникают пожары, разрушение гражданских и промышленных зданий, возникает опасность радиоактивного, химического, бактериального заражения местности, происходит растекание нефтепродуктов. По данным МЧС России только за 2014 год на территории Российской Федерации зафиксировано 186 техногенных чрезвычайных ситуаций. Итоговые человеческие потери составили 556 человек [1].

Следует отметить, что современный мир стремится к реализации концепции устойчивого развития. Другими словами, к экономическому и социальному развитию при условиях сохранения окружающей среды. В наши дни размеры промышленных производств и происходящих на них процессов огромны, а социальный, экономический и экологический ущерб от последствий аварий и катастроф значителен. Среди экономических последствий можно выделить высокие издержки на ликвидацию чрезвычайных ситуаций, уменьшение производственных мощностей, сокращение рабочей силы. Среди социальных последствий отмечается снижение качества жизни. В области окружающей среды происходят загрязнения, гибель животного мира. Экологические проблемы вызывают существенные издержки и налагают ограничения на развитие мировой экономики. Такого рода явления становятся серьезной помехой на пути к устойчивому развитию [2, 3]. К примеру, техногенная авария в Мексиканском

заливе, произошедшая в 2010 году, привела к потере экономических ресурсов, гибели людей и деградации окружающей среды. В итоге масштабного разлива нефти, последовавшего за взрывом на нефтяной платформе, загрязнению подверглось побережье, пострадали птицы, дельфины и морские черепахи. Кроме того, на протяжении нескольких месяцев был введен запрет на ловлю рыбы, крабов и креветок, в результате чего рыбаки понесли убытки. А также последствия катастрофы затронули и туристическую отрасль.

Среди основных причин возникновения техногенных аварий и катастроф можно выделить три следующие группы. 1) Аварии в результате отказа технических систем. К такому виду происшествий следует отнести отклонения в процессе эксплуатации, ошибки во время проектирования, нарушения в технологических цепочках. 2) Аварии, происходящие по вине человеческого фактора. Под человеческим фактором понимается совокупность свойств человека, влияющих на возможность принятия ошибочных решений в определенных ситуациях. Риск совершения человеком неточных действий может быть связан с различными обстоятельствами: характером, темпераментом, скоростью реакции в экстремальных ситуациях, способностями, квалификацией, ограниченностью ресурсов. Неверные решения могут быть приняты в результате снижения внимания в привычной обстановке [4, 5]. 3) Возникновение аварий, обусловленное внешним негативным воздействием. К подобным авариям относятся происшествия, вызванные опасными природными явлениями.

Наряду с основными причинами необходимо учитывать и анализировать неявные причины аварий. Одной из косвенных причин можно назвать текучесть кадров. Текучестью персонала считается движение персонала, которое вызвано неудовлетворенностью сотрудников занимаемой должности или неудовлетворенностью предприятия определенным работником. Высокий уровень текучести кадров предприятия может указывать на риск нестабильности и угрозу целостности компании. На промышленных предприятиях проводится подготовка специалистов

производства по вопросам безопасности по учебным программам. Перед допуском к самостоятельной работе на объекте рабочие проходят инструктаж по безопасности на рабочем месте [6, 7]. Более того, крупные промышленные компании проводят ряд мероприятий, способствующих повышению навыков в области промышленной безопасности. К примеру, компанией ПАО «Лукойл» было проведено учение по локализации и ликвидации разливов нефти при бурении поисково-оценочных скважин на шельфе Балтийского моря. Сценарий предполагал, что на самоподъемной буровой установке в процессе бурения произошла авария, в результате которой нефть попала в море, что создало угрозу загрязнения береговой черты. Для локализации и ликвидации разлива была оперативно начата работа по сбору нефтеводной смеси, передаче ее на танкеры и последующей транспортировке на береговой комплексный нефтяной терминал для переработки. Своевременно была организована также защита береговой линии [8]. Необходимо заметить, что для предприятий с высокой текучестью кадров такого рода мероприятия бессмысленны, так как систематический уход сотрудников не позволяет накапливать полученный опыт и применять его. Таким образом, в ситуации повышенной текучести персонала время на подготовку сотрудников ограничено, а значит, вероятность заступления человека на работу без прохождения инструктажа и получения соответствующих знаний растёт, что также неизбежно повлечет за собой чрезвычайную ситуацию.

Выделим еще одну причину - утомляемость. Утомляемость – это состояние, появляющееся в результате активной или длительной деятельности, влекущее за собой понижение работоспособности. В таких случаях наблюдается нарушение координации движений, невнимательность, потеря контроля реальной ситуации. Развитие утомляемости зависит от совокупности факторов. Такими факторами являются: освещение, вибрация, шум. Освещение считается достаточным, если оно позволяет работать долгое время, не вызывая при этом утомления глаз. Недостаточное освещение снижает работоспособность и способствует повышению производственного травматизма. Вибрация – механические колебания твердых тел. Источниками вибрации считаются механизированные машины, станки, оборудование. Результатом вибрационной болезни становятся головные боли, раздражительность и наступление быстрой утомляемости. Производственный шум негативно влияет как на здоровье, так и на работоспособность персонала, оказывая отрицательное воздействие на центральную нервную систему, вызывает раздражение, рассеивает память. Утомляемость становится исходом любого неправильно организованного длительного трудового процесса. Так, утомляемость вызывает снижение бдительности, что, скорее всего, приведет к чрезвычайной ситуации.

Следующей причиной является наличие вредных привычек у персонала предприятия, а именно курение и систематическое употребление алкогольных

напитков. Мозг и нервная система особенно чувствительны к подобным зависимостям, так как находятся в состоянии постоянного напряжения. Могут наблюдаться проблемы с восприятием окружающего мира, с внимательностью и памятью, психикой и мышлением, умственным состоянием. Появляются проблемы со сном и головные боли. Следовательно, такого рода факторы, несомненно, скажутся на работоспособности человека и его поведении, а неверные действия могут вызвать аварийную ситуацию. Стоит отметить, что курение может превратиться и в альтернативную причину возникновения нештатной ситуации в случае курения в неположенном месте, например, вблизи взрывоопасных производств или на угольных шахтах.

Отсутствие кадрового резерва. Под кадровым резервом понимается некоторое количество сотрудников, которые по своим профессиональным и личностным качествам в любой момент могут быть переведены на запланированную должность. Основной целью формирования кадрового резерва является создание подготовленных специалистов к управлению в изменяющихся условиях обеспечение непрерывности и преемственности управления, ротации кадров по вертикали и горизонтали, подготовка и выдвижение кадров, способных реализовать задачи и функции организации [9]. Перевод работника из кадрового резерва на освободившуюся должность позволит сэкономить время на поиске, отборе и подготовке, так как сотрудники уже обладают большим потенциалом и не нуждаются в дополнительном обучении в отличие от приема на работу абсолютно неподготовленного человека, приходящего, например, из другой отрасли. В противоположной ситуации, при поиске и приеме человека из внешней среды существует необходимость подбора сотрудника в кратчайшие сроки. В связи с этим повышается риск заступления человека на рабочее место без получения определенных навыков и знаний, необходимых при работе на промышленном предприятии. В такой обстановке вероятность аварий и различного рода происшествий увеличивается.

Несовершенство компьютерного и информационного оснащения. Для эффективного функционирования современных систем менеджмент промышленной безопасности необходимо полноценное программное обеспечение. К примеру, компания Башнефть активно использует 3D – моделирование потенциально опасного объекта, так как для проведения аварийно – спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий нужна оперативная информация о планировке объекта и прилегающей территории [10]. Имея 3D – модель потенциального объекта, можно оценить зону возможных разрушений, смоделировать саму чрезвычайную ситуацию, а также разработать меры предупреждения и план ликвидации применительно к данному объекту. Кроме того, крупными предприятиями активно используется интерактивный инструктаж, как визуальный инструмент обучения персонала в области промышленной безопасности. Отсутствие компьютерных систем подобного рода

может сказаться на состоянии безопасности предприятия.

Финансовая неустойчивость может также стать причиной возникновения аварийных ситуаций. При неустойчивом финансовом состоянии повышается риск неплатежеспособности. В нормальной финансовой ситуации расходы на промышленную безопасность могут включать: предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций, обеспечение условий труда и средств индивидуальной защиты, рабочие места, повышение квалификации, охрану здоровья, приведение объектов в соответствие с нормативными требованиями, совершенствование управления и нормативно - правовое обеспечение. Очевидно, что в период ухудшения финансового состояния предприятие будет максимально экономить. В первую очередь экономия коснется системы

промышленной безопасности. Недостаток средств поставит под угрозу возможность проведения дорогостоящих мероприятий по обучению персонала на реальных объектах. Полноценное финансирование программ в рамках промышленной безопасности станет невозможным. Следовательно, риск возникновения нештатных ситуаций в период финансовой неустойчивости предприятия резко возрастает, а последствия вероятных аварий могут коснуться как персонала, так и организации в целом.

Таким образом, для достижения максимального уровня безопасности на промышленных объектах необходимо помнить не только о явных причинах чрезвычайных ситуаций, но и второстепенных, которые на первый взгляд, не представляют опасности для предприятия.

Давыдова Ольга Геннадьевна, магистрант кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Малков Александр Владимирович, д.т.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Сведения о ЧС, происшедших на территории РФ за 2014 год // МЧС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/CHrezvichajnie_situacii/2015_god (дата обращения: 20.05.16)
2. Ягодин Г.А., Пуртова Е.Е. Устойчивое развитие: человек и биосфера: учеб. пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 109 с.
3. Устойчивое развитие: Новые вызовы: Учебник для вузов/ Под общ. ред. В. И. Данилова-Данильяна, Н. А. Пискуловой. – М.: Аспект Пресс, 2015. – 336 с.
4. Либерман А.Н. Техногенная безопасность: человеческий фактор: учеб. пособие СПб, 2006. – 101 с.
5. Кристенсен Ж., Мейстер Д., Фоули П. Человеческий фактор: учеб. пособие. М.: Мир, 1991. – 599 с.
6. Базаров Т. И. Управление персоналом: учебник. М.: Академия, 2014. – 224 с
7. В. И. Коробко. Промышленная безопасность: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Академия, 2012. – 208 с.
8. Отчет о деятельности в области устойчивого развития на территории РФ 2013-2014 ПАО «Лукойл». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.lukoil.ru/materials/doc/social/2013/Book_SO_rus_s.pdf (дата обращения: 20.05.16)
9. Концепция кадрового резерва. Введение. // HR – портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hr-portal.ru/doki/koncepciya-kadrovogo-rezerva-vvedenie> (дата обращения: 20.05.16)
10. Отчет о деятельности в области устойчивого развития 2014 ПАО «Башнефть». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bashneft.ru/files/iblock/faa/20150814_bn_our2014_rus_web.pdf. (дата обращения: 20.05.16)

Davydova Olga Gennadyevna, Malkov Alexander Vladimirovich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: malkov@muctr.ru

INDIRECT CAUSES OF ACCIDENTS AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract

Nowadays industrial safety problem is particularly relevant at enterprises. Industrial disasters have an adverse influence to everything. Creation the industrial safety management systems decreases the possibility of accidents. The main and indirect causes of accidents should be calculated and analyzed to reduce the risk of emergencies.

Key words: industrial safety; causes of accidents; industrial disasters; sustainable development; management systems.

УДК 351.824.1

В. В. Гончарова, Т. Н. Шушунова*

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: serg-1167@yandex.ru

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В результате работы были выявлены основные направления государственной поддержки малого инновационного предпринимательства. В процессе анализа установлено, что только при условии формирования развитой системы малых инновационных предприятий возможно построение эффективной национальной инновационной системы, достижение общегосударственных целей диверсификации экономики России и роста ее конкурентоспособности.

Ключевые слова: инновации, малое инновационное предпринимательство, инновационная деятельность, коммерциализация интеллектуальной собственности, инфраструктура венчурного инвестирования, трансфер научных разработок.

Опыт развитых стран показывает, что доминирование инноваций в современной экономике обеспечивает конкурентоспособность и экономический рост в долгосрочной перспективе. Поэтому создание и развитие инновационной системы в отечественном промышленном комплексе является условием диверсификации экономики и перехода страны на новый технологический уклад. Реализация инновационного сценария промышленного развития России возможна только при условии использования потенциала малого предпринимательства, способного привлекать в инновационную сферу частный капитал, осуществлять трансфер научных разработок в жизнеспособные продукты и технологии, осваивать нововведения и продвигать их на рынок.

Несоответствие существующего уровня развития малого инновационного предпринимательства задачам промышленной и инновационной политики на современном этапе вызывает необходимость преобразования промышленного комплекса России на основе использования потенциала малого инновационного предпринимательства. Вместе с тем, сложившаяся отраслевая структура российского малого и среднего бизнеса не отвечает задачам модернизации экономики России. В экономически развитых странах малый и средний бизнес является основным источником создания новых рабочих мест - до 80% от всех работающих. По странам Евросоюза в среднем - около 68% всех занятых в экономике - работники субъектов малого и среднего бизнеса. В России аналогичный показатель не превышал за последние годы 25% от общего числа занятых в экономике, то есть в 2,5 раза меньше. Также на протяжении последних двух десятилетий затраты на исследования и разработки в структуре отечественного производства не превышали 2%, а доля страны в мировой торговле наукоемкой продукцией менее 1%. Кроме того, технический уровень большинства основных фондов в нашей стране существенно отстает от мирового. Их воспроизводство привело бы к преодолению технического отставания России в будущем [1]. Малые инновационные предприятия выступают в качестве связующего звена между наукой

и ее практическими приложениями. Отличительные черты и преимущества малой инновационной компании, которые отмечают в экономической науке и практике перед крупными предприятиями и фирмами состоят в следующем: более высокая эффективность конечных результатов инновационной деятельности и отдача инвестиций; гибкость и адаптивность к рынку; простота и эффективность управления, обусловленные малочисленностью сотрудников и отсутствием громоздкого управленческого аппарата; низкие издержки производства из-за отсутствия больших производственных площадей и многочисленного оборудования.

Но при этом малые фирмы принимают на себя риск по разработке новых продуктов и технологий, по превращению знаний в товар. Отрицательное влияние на развитие малых инновационных предприятий оказывает недостаток мощностей, отвечающих современным требованиям, и отсутствие, как правило, у них собственной дорогостоящей исследовательской и опытно-экспериментальной базы, возможностей использовать производственные ресурсы государственных научно-исследовательских и учебных организаций из-за законодательных ограничений. Не под силу малым наукоемким предприятиям получать квалифицированную помощь, особенно в сфере правовой охраны деятельности и коммерциализации интеллектуальной собственности. Для малых инновационных предприятий характерны трудности выхода на фондовый рынок, а также рынок государственных и муниципальных закупок.

Поэтому отечественный малый инновационный бизнес нуждается в серьезной государственной поддержке и собственной обслуживающей инфраструктуре. Анализ государственной поддержки малого и среднего бизнеса в высокотехнологичных секторах выявил комплекс мероприятий прямого и косвенного характера, содержащихся, в частности, в Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года, Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в РФ, рассчитанной до 2030 года.

Прямая поддержка субъектов малого инновационного предпринимательства включает предоставление грантов начинающим малым предприятиям на создание собственного дела; предоставление субсидий для частичной оплаты образовательных услуг; предоставление грантов на создание малой инновационной компании, деятельность которой заключается в практическом применении результатов интеллектуальной деятельности; субсидирование части затрат, связанных с уплатой процентов по лизинговым договорам; субсидирование уплаты первого взноса при заключении договоров лизинга оборудования; предоставление грантов малым компаниям, создаваемым при высших учебных заведениях, а также предоставление грантов на создание малой инновационной компании, деятельность которой будет направлена на внедрении результатов интеллектуальной деятельности; предоставление субсидий на компенсацию затрат по разработке новых продуктов, услуг и методов их производства, новых производственных процессов; на приобретение машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями; на приобретение новых технологий; субсидирование процентной ставки по кредитам малых инновационных предприятий. При этом на сегодняшний день максимальный размер гранта составляет не более 0,5 млн. рублей на одного получателя поддержки - юридическое лицо, а размер субсидии действующим инновационным компаниям - не более 5 млн. рублей на одну компанию [2].

Косвенная поддержка развития малого инновационного предпринимательства, включает меры по вовлечению в предпринимательскую деятельность посредством субсидирования работ и услуг,

направленных на пропаганду инновационного предпринимательства, организацию выставок и ярмарок, проведение программ по обучению начинающих предпринимателей, создание объектов инфраструктуры – бизнес-инкубаторов, технопарков, промышленных парков, центров кластерного развития; создание инфраструктуры венчурного инвестирования и инфраструктуры осуществления прямых инвестиций в реальный сектор экономики на условиях государственно-частного партнерства; создание региональных фондов поручительств по обязательствам субъектов малого и среднего предпринимательства; развитие микрофинансовых организаций; реализацию специальных образовательных программ, связанных с подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации в сфере деятельности инновационной малой компании.

Таким образом, формирование развитой системы малых инновационных предприятий промышленности России – сложный и многогранный процесс, который связан с преодолением значительного числа проблем, причем не столько научно-технического, сколько социально-экономического и организационного характера. Однако их решение необходимо, так как позволит изменить количественное и качественное положение малого инновационного предпринимательства. Это повлияет на построение в стране эффективной национальной инновационной системы, достижение общегосударственных целей диверсификации экономики России и роста ее конкурентоспособности, на формирование, распространение и воспроизводство в обществе «новой» идеологии, что является основой инновационного прогресса.

Гончарова Виктория Викторовна, студентка 1 курса Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Шушунова Татьяна Николаевна к.т.н., доцент кафедры экономической теории РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Пиньковецкая Ю.С. Государственное регулирование и поддержка развития предпринимательства: учеб. пособие. — М.: РУСАЙНС, 2015. — С.144-156.
2. Шипкова О.Т., Шушунова Т.Н. Концептуализация инновационной политики государства на базе поведенческой и институциональной теорий // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. - 2015. - Вып. 3. - С. 13 – 15.

*Goncharova Victoria Victorovna, Shushunova Tatiana Nikolaevna**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: serg-1167@yandex.ru

PRIORITIES OF THE STATE SUPPORT OF SMALL BUSINESS INNOVATION

Abstract

As a result, the work identified the main directions of state support of small innovative business. The analysis found that only if the formation of a developed system of small innovative enterprises is possible to build an effective national innovation system, the achievement of national objectives of diversification of the Russian economy and the growth of its competitiveness.

Key words: innovation, small innovative business, innovative activities, commercialization of intellectual property, venture capital investment infrastructure, transfer of scientific developments.

УДК 351.824.1

А. В. Филин, Т. Н. Шушунова*, О. Ю. Егорова

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: serg-1167@yandex.ru

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В результате работы были выявлены основные направления развития институциональной среды инновационного предпринимательства. В процессе исследований установлено, что только при условии формирования развитой институциональной среды возможно построение эффективной национальной инновационной системы, достижение общегосударственных целей диверсификации экономики России и структурным изменениям.

Ключевые слова: институциональная среда, инновационная деятельность, деловой климат, модернизационные процессы, диверсификация экономики, инновационный сектор экономики.

Формирование эффективного управления в предпринимательском секторе в России с целью перехода к инновационному социально ориентированному типу развития напрямую связано с необходимостью решения комплексных проблем институционального характера. Их решение необходимо для построения институциональной среды, способствующей росту предпринимательской и инновационной активности на основе свободы творчества, самореализации каждого человека, характеризующейся благоприятными условиями для массового появления новых предприятий, в том числе в инновационных секторах экономики. Цели и основные направления государственной поддержки инновационной деятельности определяются в рамках Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р.

Для формирования новой институциональной среды необходимо осуществить ряд мер институционального характера, включающих в себя развитие инфраструктуры поддержки инновационных предприятий - бизнес-инкубаторов, технопарков и промышленных парков, упрощение для них доступа к аренде недвижимости, расширение системы микрокредитования, сокращение количества контрольных мероприятий.

Кроме того, развитию благоприятной институциональной среды способствует и выравнивание условий конкуренции российских и иностранных производителей на российском рынке и поддержка экспорта российской промышленной продукции путем субсидирования процентных ставок по кредитам и предоставления гарантий по рискам при проведении экспортных операций, включая регулярную актуализацию перечня иностранных государств, экспорту промышленной продукции в которые оказывается государственная гарантийная поддержка. К данному направлению институционального развития можно отнести введение Российской Федерацией контрсанкций, существенно ограничивших ввоз сельскохозяйственной продукции из европейских

стран, и позволивших российским сельхозпроизводителям повысить конкурентоспособность своей продукции.

Также развитию инновационной институциональной среды способствует и совершенствование действующей системы лизинга технологического оборудования, способствующей техническому перевооружению предприятий, включая внедрение механизмов государственной поддержки по уплате части затрат на лизинговые платежи.

Дальнейшее реформирование российской экономики предполагает формирование благоприятного делового климата, соответствующего формированию адекватных условиям рыночной экономики мотиваций поведения. Деловой климат представляет собой комплекс основополагающих внешних условий, включающих политические, социальные и институциональные условия, регулирующие деятельность субъектов экономических отношений в процессе производства, обмена и распределения. Формированию благоприятного делового климата в нашей стране препятствует низкий уровень доверия бизнеса к государственной политике в сочетании с низким уровнем эффективности государственного управления; недостаточный уровень предсказуемости направлений развития государственного регулирования, сохраняющиеся проблемы межведомственной и межуровневой координации при планировании и реализации стратегических документов развития, недостаток оперативной и достоверной официальной статистической информации для принятия управленческих решений [1].

В современных экономических условиях деловая активность играют важную роль в обеспечении эффективности и прибыльности деятельности предприятия, содействуя повышению его конкурентоспособности, достижению лидерства среди конкурентов, стимулируя развитие производства и рост объемов продаж, способствуя устойчивости экономического потенциала предприятия.

Вместе с тем недостаточный кадровый, в том числе управленческий потенциал для развития инновационных секторов экономики и модернизации традиционных отраслей препятствует росту деловой активности в инновационном секторе экономики. Исследования качества делового климата, проводимые РСПП с 2013 г. по настоящее время выявили дефицит профессиональных кадров для 50% опрошенных компаний. В среднесрочной перспективе уже 69% участников опроса прогнозируют риски нехватки кадров.

Как выявили исследования, в настоящее время распространенной статьёй расходов предприятий стали расходы, связанные с производством и реализацией подготовки профессиональных стандартов: четверть всех респондентов направляли на это средства. Расходы на предоставление грантов преподавателям учреждений профессионального образования, оплаты их стажировок и повышения квалификации осуществляли за последний год только 16% компаний-участников опроса. Вместе с тем, сращивание науки и бизнеса, в частности, в результате предоставленной возможности создавать малые предприятия при вузах, позволило университетам получать дополнительные доходы, которые, в свою очередь, можно использовать для создания новой интеллектуальной собственности.

Кроме того, компании оказывают помощь образовательным учреждениям не только через

развитие материально-технической базы. Согласно результатам опроса наиболее часто компании направляют средства на традиционную форму взаимодействия - организацию производственной практики для студентов профильных учреждений профессионального образования (61,7% респондентов). 34% компаний осуществляли оплату обучения лиц, которые могут не иметь закрепленных в договоре обязательств по последующей работе в компании и иных видов расходов на образовательные программы в компаниях [2].

Таким образом, на сегодняшний момент в отечественной экономике созданные элементы инновационной системы и увеличение государственного финансирования не запустили в должной степени модернизационные процессы и не привели к необходимым структурным изменениям и диверсификации экономики из-за незаинтересованности кредитных организаций в финансировании рискованного инновационного бизнеса, фрагментарности национальной инновационной системы, отсутствия должных взаимосвязей между ее элементами, интеграции образования, науки и бизнеса. Вместе с тем появились тенденции к налаживанию взаимодействия бизнеса и образования, в том числе с использованием механизма технологических платформ.

Филин Александр Васильевич, студент 1 курса Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Шушунова Татьяна Николаевна к.т.н., доцент кафедры экономической теории РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Егорова Ольга Юрьевна, ассистент кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Пиньковецкая Ю.С. Государственное регулирование и поддержка развития предпринимательства: учеб. пособие. — М.: РУСАЙНС, 2015. — С.144-156.
2. Шипкова О.Т., Шушунова Т.Н. Концептуализация инновационной политики государства на базе поведенческой и институциональной теорий // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. - 2015. - Вып. 3. - С. 13 – 15.

Filin Alexander Vasil'evich, Shushunova Tatiana Nikolaevna, Egorova Olga Yuryevna*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

* e-mail: serg-1167@yandex.ru

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT FOR DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY OF RUSSIAN ENTERPRISES

Abstract

As a result of work were identified the main directions of development of institutional environment of innovative entrepreneurship. The research found that only when the formation of the developed institutional environment it is possible to build an effective national innovation system, achieving national goals of diversifying the Russian economy and structural changes.

Key words: institutional environment, innovative activity, business climate, the processes of modernization, economic diversification, innovative sector of the economy.

УДК 330.342.2

М. Ю. Куликов, А. Е. Хачатуров

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

e-mail: maxkv87@mail.ru

4-Я ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И КАЧЕСТВО ТРУДА

Статья посвящена поиску решений как традиционных, так и новых вызовов в области устойчивого развития в XXI веке, формируемых четвертой промышленной революцией. Динамика развития возобновляемых источников энергии и влияние инвестиций в научные исследования и разработки на повышение производительности труда и сокращение нормы рабочего времени.

Ключевые слова: четвертая индустриализация; возобновляемые источники энергии; производительность труда.

Говоря о причинах и движущих силах третьей и четвертой промышленных революций, как об осознании человечеством своей меры ответственности за будущее планеты и обозначении обязательств перед следующими поколениями, следует ещё раз вспомнить слова Антуана де Сент Экзюпери: «Мы вовсе не получили Землю в наследство от наших предков – мы всего лишь взяли её в долг у наших детей».

Первые два этапа индустриализации – Великая индустриальная революция и технологическая революция ознаменовались использованием воды и силы пара для механизации производства и повсеместным распространением электричества для создания массового производства соответственно, и были реализованы на базе широкого применения угля (первая революция), и нефти и газа (вторая революция). Структура общества кардинальным образом изменилась: увеличилась численность населения планеты, выросла продолжительность жизни. Базовые потребности большей части жителей Земли теперь способны удовлетворить своим трудом всего около 5% населения [1].

Вместе с тем, следствием заданного первыми промышленными революциями вектора развития стало ухудшение качества воздуха и воды, глобальное потепление, уменьшение биоразнообразия, достижение предела пищевых, сырьевых и энергетических возможностей [2].

По мнению ряда учёных две первые промышленные революции привели человечество к пределу своего развития, оставив после себя комплекс как экологических проблем, вызванных в том числе истощением биоресурсов и традиционных источников энергии, так и экономических проблем связанных с увеличением глобального долга, нестабильным мировым спросом и замедлением темпов мирового экономического роста. Обозначенные вызовы и проблемы создают угрозу для устойчивого развития человечества.

Преодолеть этот предел должна, как считается, третья промышленная революция; эту концепцию развития человечества предложил американский ученый – экономист и эколог – Джереми Рифкин. Суть её сводится к комплексу базовых положений:

переход на возобновляемые источники энергии, превращение существующих и новых зданий в мини-заводы по производству энергии, развитие и внедрение технологий энерго-ресурсо-сбережения, перевод всего автомобильного и всего общественного транспорта на электротягу на основе водородной энергетики, переход от металлургии к композитным материалам на основе углерода, переход от промышленного к локальному (или даже домашнему) производству большинства бытовых товаров на основе технологии аддитивного производства (3-D принтеры), переход к производству искусственного мяса из животных клеток, и наконец, перевод части сельского хозяйства в города на базе технологии «вертикальных ферм» [3], предложенных в 2009 году профессором колумбийского университета Диксоном Диспоммье.

Слияние технологий на базе взаимодействия различных производственных систем, формирующиеся в условиях комплексной автоматизации производственных функций, создают предпосылки к оформлению нового этапа индустриализации, формирующегося на базе третьей промышленной революции, получившего название четвертой промышленной революции.

Неизбежным следствием четвертого этапа индустриализации становится мощное развитие возобновляемых источников энергии. По данным организации REN2 – «Сети по альтернативной энергетике 21 века» за менее чем 10 лет количество стран, имеющих цели развития возобновляемых источников энергии выросло более чем в два раза до 164 в 2014 году, а суммарные установленные мощности возобновляемой энергетики увеличились с 2008 по 2014 годы на 50%. Динамика развития отрасли возобновляемой энергетики представлена на рисунке 1 [4].

Каждый этап индустриализации сопровождался опережающим развитием отдельных отраслей экономики, не является исключением и четвертая промышленная революция, где наибольший импульс получит экономика знаний. А значит, существенным образом будут меняться и требования к предъявляемому качеству труда.

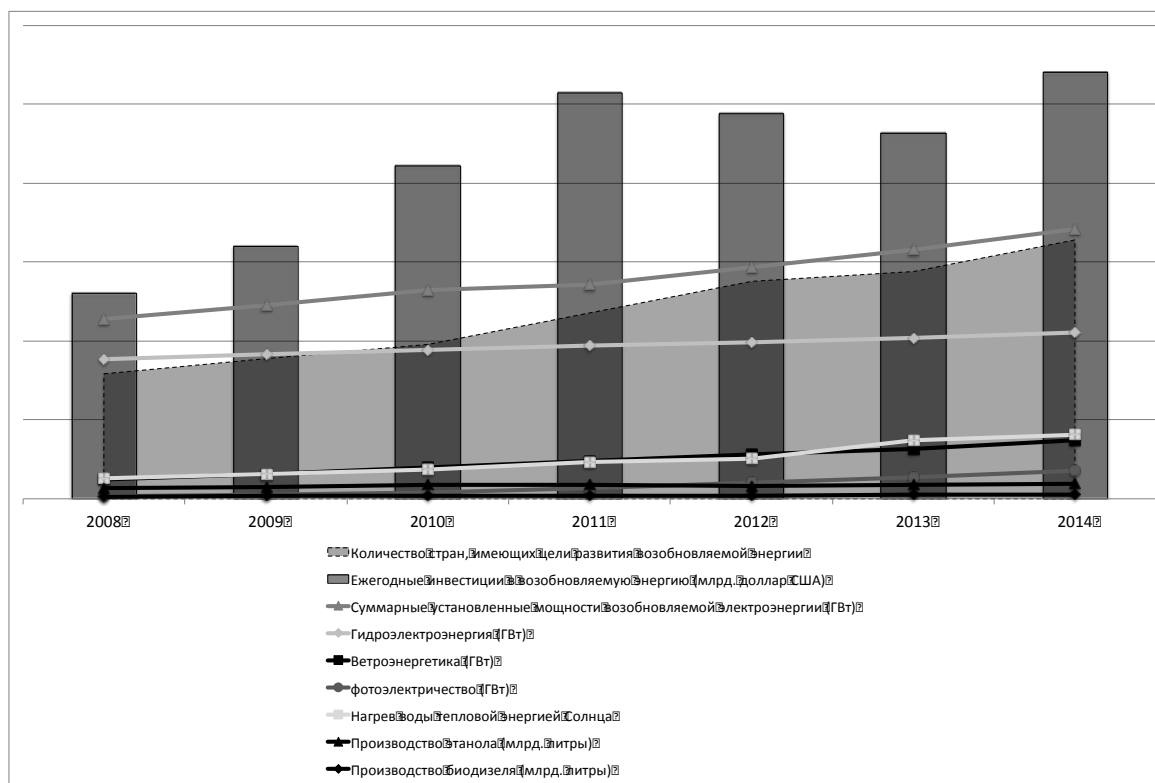


Рис. 1. Глобальные показатели возобновляемой энергетики [4].

В статье [5] рассматривались некоторые аспекты будущих требований к качеству персонала. Так, по мнению ряда экономистов, озвученному в статье «Technology isn't working» [6], успешными в экономике нового типа – информационной экономике будут только профессионалы, ориентирующиеся в различных аспектах деятельности организации, так сказать люди с большим кругозором. То есть это такие специалисты, деятельность которых, в рамках существующего технологического прогресса не может быть автоматизирована. Рабочие же места низкоквалифицированного персонала будут подвержены экспансии новых информационных и технологических решений.

Питер Друкер в своей книге «Менеджмент» напротив предполагал, что в будущем будут востребованы сотрудники с узкоспециализированными навыками [7]. Так или

иначе, обе точки зрения сходятся в одном – в будущем все больше будут необходимы высококвалифицированные специалисты, и это определяет новый серьезный вызов устойчивому развитию – вытеснение низкоквалифицированного персонала и как следствие рост безработицы.

По данным Организации Экономического Сотрудничества и Развития (OECD) увеличение расходов на исследования и разработки приводит к увеличению производительности труда (рис. 2) [8]. При этом уже сейчас складывается ситуация, при которой увеличение производительности труда сопровождается ростом безработицы, по указанным выше основаниям.

В тоже время статистические данные (OECD) демонстрируют, что увеличения вложений в исследования и разработки приводит к снижению нормы рабочего времени (рис. 3) [8].

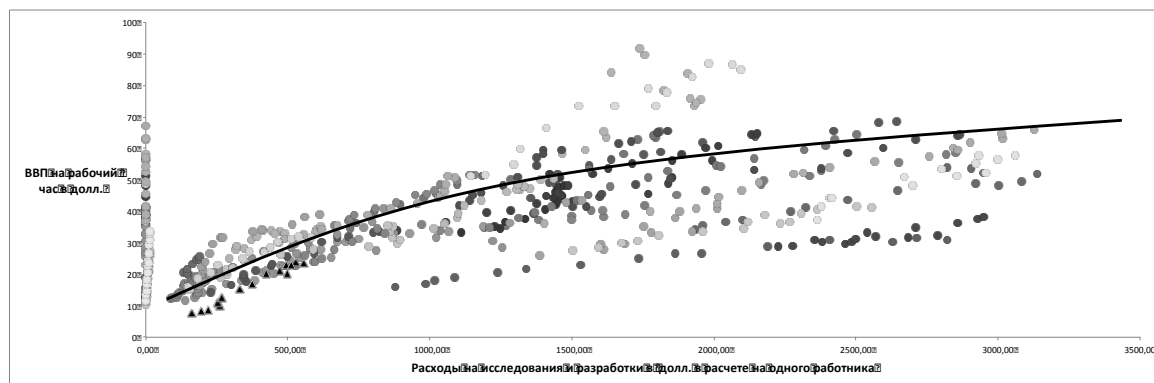


Рис. 2. Производительность труда в зависимости от расходов на исследования и разработки [8].

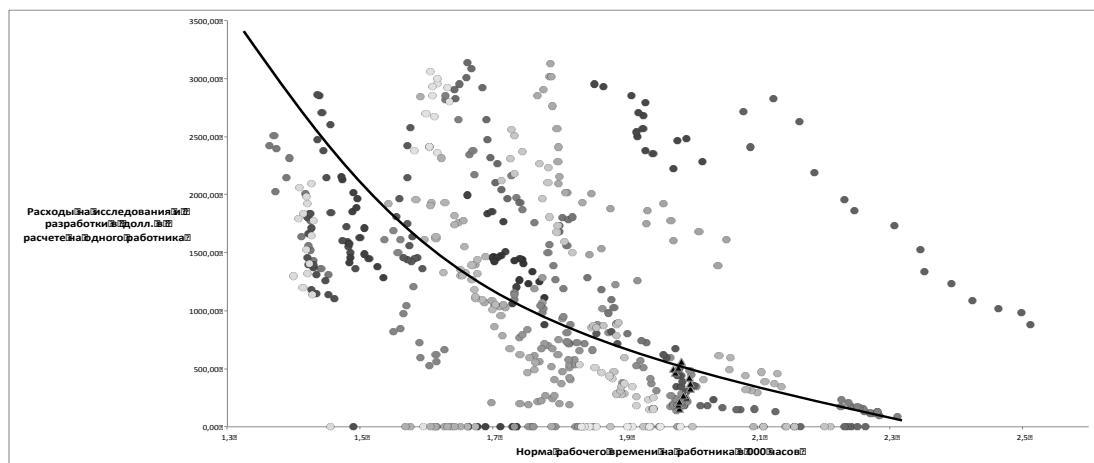


Рис. 3. Влияние расходов на исследования и разработки на норму рабочего времени [8].

Увеличение доходов и снижение нормы рабочего времени, высококвалифицированного персонала, должно стать фактором увеличения их потребления. Это в свою очередь определяет возможность создания новых рабочих мест для удовлетворения возросшего потребления.

Преодоление, таким образом, основного вызова новой индустриализации и формирование базы устойчивого развития, будет невозможно при условии вытеснения большого пласта персонала за границы экономического процесса, а лишь станет достижимо при активном создании новых высококвалифицированных рабочих мест.

Куликов Максим Юрьевич, ведущий экономист ЗАО «Аэромар», соискатель степени кандидата экономических наук, кафедра менеджмента и маркетинга, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, г. Москва

Хачатуров Александр Евгеньевич, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, г. Москва

Литература

1. Агамирзян И.Р. Третья промышленная революция: начало // Slon Magazine. – 2013. – [Slon Magazine] – Режим доступа. – URL: <https://slon.ru/biz/1009644/>.
2. Краснянский М.Е. Третья промышленная революция // Континент. – 2013. – № 7 [Континент] – Режим доступа. – URL: <http://www.kontinent.org/article.php?aid=51275a44f1f3b>.
3. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом; Пер. с англ. — М.: Альпина нон-фикшн, 2014. — 410 с.
4. Ежегодные отчеты «Сети по альтернативной энергетике 21 века» - REN21 - Режим доступа. – URL: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report>.
5. Куликов М.Ю., Хачатуров А.Е. Система управления как ограничивающий фактор роста производительности труда российских компаний: монография. Менеджмент в России и за рубежом №1, 2016. – 143 с.
6. Technology isn't working // The Economist. – 2014. – [The Economist] – Режим доступа. – URL: <http://www.economist.com/news/special-report/21621237-digital-revolution-has-yet-fulfil-its-promise-higher-productivity-and-better>.
7. Друкер, П. Ф., Макьярелло, Дж. А. Менеджмент.: М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2010. – 704 с.
8. Статистические данные «Организации Экономического Сотрудничества и Развития» - OECD – Режим доступа. – URL: <http://stats.oecd.org>.

Kulikov Maxim Yuryevich, Khachaturov Alexander Evgenyevich

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

e-mail: maxkv87@mail.ru

THE FORTH INDUSTRIAL REVOLUTION AND THE QUALITY OF LABOR

Abstract

The article is devoted to finding solutions to both traditional and new challenges to sustainable development in the XXI century formed by the fourth industrial revolution. The dynamics of the development of renewable energy sources and the impact of investments in research and development to increase productivity and the reduction of normal working hours.

Keywords: the fourth industrial revolution; renewable energy; labor productivity.

УДК 378.126

М. А. Крушева*, Н. С. Ефимова**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

*e-mail: starmanya@rambler.ru

**e-mail enspsiholog@mail.ru

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА ГЛАЗАМИ СТУДЕНТОВ

В статье рассмотрены основные профессионально-личностные качества преподавателя высшей школы. Проведено исследование по восприятию портрета типичного преподавателя технического вуза глазами студентов I–IV курсов, магистрантов и аспирантов РХТУ им Д.И. Менделеева. Намечены задачи для дальнейших исследований и разработки модели профессионально-личностного ориентира для преподавателя технического вуза.

Ключевые слова: профессионально-личностные качества, преподаватель высшей школы.

Профессия педагога является одновременно преобразующей и управляющей. Успешное управление процессом обучения и развития личности студента предполагает работу в вузе компетентных преподавателей.

Совершенствование образовательного процесса в вузе и недостаточная мотивация у преподавателей технических дисциплин к развитию педагогической компетентности по предмету обострила проблему профессионально-личностного развития педагога высшей школы в техническом вузе. Одним из путей решения данной проблемы является рефлексия профессионально-педагогических компетенций через использование метода «обратной связи», т.е. посмотреть на себя глазами самих обучающихся – студентов, магистрантов и аспирантов с целью рефлексии и коррекции профессионально-личностных качеств и педагогических технологий взаимодействия со студентами.

Проблеме профессионально-личностного развития преподавателя посвящены работы Ю. Г. Фокина, В. А. Сластенина, Л. Ф. Красинской, Л. Н. Кобыльник, А. И. Мартыненко, Н. В. Лукьяновой и др. [2,3,4], которые отмечают – преподавателю для качественного и эффективного осуществления своей профессиональной деятельности необходимо иметь:

- гуманистическую направленность на деятельность в области межличностных взаимодействий (учащиеся стоят в центре системы ценностей педагога);
- творческий подход в обучении (творческий поиск наиболее оптимальных решений педагогических задач);
- эмпатическое понимание студента (способность чувствовать переживания студента; помогать студенту рефлексировать и справляться с чувствами, например, гнева, обиды, страха и пр.);
- наблюдательность, интересоваться жизнью и судьбой своих студентов;
- повышенную работоспособность, ответственность, целеустремленность и последовательность в своих действиях;

- желание к самосовершенствованию и постоянному личностному и профессиональному развитию;
- эмоциональную выразительность и устойчивость, т.е. проявлять эмоциональную гибкость со студентами как в аудиторном, так и внеаудиторном взаимодействии со студентами;
- социально-психологическую готовность работать в коллективе;
- тактичность и уважать тех, кого обучает – студентов, магистрантов и аспирантов;
- чувство юмора и оптимизм.

Положительный результат в работе достигается при наличии у преподавателя здорового мироощущения, отношения к своей профессии как к призванию.

В Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева проводятся различные исследования преподавателями и студентами кафедр социологии и психологии. Например, в 2013 г. было проведено исследование, в котором выяснялся ряд вопросов: мнения студентов об образовании РФ (в г. Москве) в целом и компетентности преподавателей (Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева); соответствие между ожиданиями студента и его рейтингом в вузе; соответствие личностного потенциала студента и его успеваемости.

В этом исследовании приняли участие более ста пятидесяти студентов пятого курса разных технических факультетов. Результаты исследования показали, что на первое место в определении качества преподавания студенты ставят личную заинтересованность преподавателя в своем предмете (48%), на второе – личность преподавателя и его профессионализм (40%), на третье – знания преподавателя (36%), на четвертое – опыт работы (32%). Среди качеств личности преподавателя были выделены: умение сотрудничать со студентами, уважение к личности студента, доброта и справедливость, способность к саморазвитию. Результаты фокус-группы показали, что по характеру

взаимодействия преподавателей со студентами лично-образующим является способность преподавателя демонстрировать гибкость, широту, оригинальность взглядов, проявлять внимательность и чуткость к студентам. Преподаватель является важным источником передачи знаний. Чтобы этот процесс соответствовал современным требованиям преподавателю необходимо использовать педагогические приемы и технологии, развивающие положительную самооценку студентов, их творческий потенциал, поддержание заинтересованности студентов в учебе. [1]

Однако данное исследование не дало полного представления о преподавателе. Целью проведенного авторами статьи исследования является составление портрета типичного преподавателя РХТУ им. Д.И. Менделеева с целью рефлексии и построения обучающих программ для повышения квалификации в области развития психолого-педагогических компетенций.

В апреле-мае 2016 г. с помощью опросника было проведено исследование, в котором приняли участие более 300 человек – студенты I - IV курсов основных инженерных специальностей, магистранты и аспиранты различных направлений подготовки РХТУ им. Д.И. Менделеева. Опрос был анонимным.

По результатам опроса авторами был составлен портрет типичного преподавателя РХТУ им. Д.И. Менделеева. Педагогом технического вуза является, как правило, мужчина в возрасте 45-60 лет, который имеет степень кандидата наук, ученое звание доцента. Большинство преподавателей вуза знают свой предмет и умеют его объяснить, активны, инициативны и адекватны (74 % опрошенных).

Интересными были ответы респондентов относительно вопроса, каким в их понимании представляется университетский преподаватель. Для большей части респондентов – это наставник, помощник или друг (около 70%), являющийся профессионалом в своей области (70%), который знает и умеет донести материал (82%) и способен заинтересовать своим предметом (около 60%). При этом он строгий, но справедливый. Кроме того, несколько раз встречались ответы, например, «университетский преподаватель – это человек из советских фильмов (как пример часто указывался профессор из новеллы «Наваждение» Л. Гайдая)». Некоторые респонденты отмечали необходимость наличия у преподавателя педагогического образования. По мнению опрошенных, его отсутствие у многих педагогов лишний раз доказывает непрофессионализм в работе.

Среди технических средств обучения, используемых преподавателями во время лекции, респонденты выделяли как правило мультимедийные системы (использование проектора). Однако чаще всего (около 83% опрошенных) отметили вариант «преподаватель пишет мелом на доске». Здесь стоит отметить, что многие преподаватели либо плохо владеют техническими «новинками» и предпочитают работу у доски, поскольку она является, по их мнению «самым простым и действенным способом

обучения», либо не используют их в силу неоснащенности аудиторий техническими средствами.

Все респонденты отметили рефераты и контрольные точки основным методом контроля знаний обучающихся.

Интересными были ответы относительно проведения лекции преподавателем. Одна часть аудитории отметила, что лекция проходит в форме монолога (студенты 1-2 курса), другая, наоборот, что занятие происходит в режиме общения со студентами (старшие курсы, магистранты и аспиранты). При этом студенты старших курсов чаще отмечали, что сложные моменты преподаватель старается объяснить простым и доступным языком. Это связано как раз с введением на старших курсах специальных дисциплин. Будущий инженер-технолог должен прекрасно понимать все аспекты своей профессии и грамотно применять полученные знания на работе.

Самыми разносторонними оказались ответы на вопросы аспирантов. Например, некоторые отмечали вариант запугивания студентов как один из способов мотивации к обучению (около 2%). Это связано с тем, что студенты зачастую необязательны, поэтому подобный метод действенен, но пользоваться им постоянно респонденты не рекомендуют, потому что «жить в постоянном страхе» студенты не любят. При подобной форме мотивирования уважение к педагогу и интерес к предмету снижается.

Самым популярным способом построения гуманных отношений со своими учениками является общение со студентами до и после занятий (90% опрошенных). Приятная атмосфера на занятии положительно сказывается на становлении дружеских, теплых и плодотворных отношений с учащимися вуза.

Многие студенты (47%), магистранты и аспиранты указывали недовольство в отношении возможности участия в обсуждении учебных программ по различным дисциплинам и изменений в учебных планах. Студенты лишь иногда выбирают дисциплины, желаемые для обучения. Это связано, скорее всего, с субъективным восприятием каждого респондента. Существующие правила обучения в вузе предполагают активную позицию студентов в отношении обучения и участия в подобных обсуждениях, однако, в рамках установленных учебных программ.

Самыми интересными оказались ответы респондентов на вопросы об адекватной системе поощрений и наказаний для студентов, удовольствия от общения с преподавателем, наличия контакта между преподавателем и студентом, его интереса их будущим. Большинство респондентов (около 70%) отметили наличие положительного контакта с преподавателем, его искреннего интереса к будущему своих студентов. При этом респонденты часто давали ответ «иногда» или «никогда» при ответе на вопросы о наличии адекватной системы поощрений и наказаний, соответствии способов обучения во время семестра и системы оценок на экзамене, воспитании у студентов терпимости к «различиям». Студенты

часто бывают недовольны процессом обучения в вузе, существующей системой. Им кажется, что один преподаватель в одной и той же группе студентов более мягок, другой – более строг (зачастую подобное можно встретить на лабораторных работах), один готов помочь студенту на экзамене, другой, наоборот, отстаивает позицию «без подсказки».

На вопрос об отношении преподавателя к различным категориям студентов (инвалидам, неработающим, работающим, из сел и др.) мнения респондентов разделились. На большую часть категорий респонденты отвечали «одинаково отношусь», однако, по их мнению, к неработающим студентам преподаватели более требовательны, чем к работающим. Преподаватели считают, что студенты из небольших населенных пунктов имеют более слабую подготовку, чем из крупных городов и относятся к ним предвзято. При этом не имеет значения – к какому из этносов относится учащийся и является ли он инвалидом, имеет небольшие доходы или большие финансовые возможности.

В РХТУ им. Д. И. Менделеева работают, как правило, выпускники вуза по технической специальности (около 80%), остальные респонденты (около 20%), имеют дополнительное педагогическое

образование. Результаты исследования, проведенного в РХТУ им. Д. И. Менделеева, показали, что преподаватели не владеют многими психолого-педагогическими компетенциями, используя пассивно-информационные методы преподавания.

В дальнейшем планируется продолжить исследование в других технических вузах г. Москвы. Провести исследование и узнать мнение преподавателей о современных студентах. Включить полученные результаты в контекст обучающих программ для дополнительного образования «Преподаватель высшей школы» в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Для реализации программы модернизации высшего технического образования необходимо решать проблему отсутствия обязательного педагогического образования среди профессорско-преподавательского состава вуза. Приоритетной задачей в разработке программ дополнительного профессионального образования является ее отражение на работе преподавательских кадров, поскольку без этого невозможно не только модернизировать сферу высшего технического образования, но и достичь признания российского образования как одного из лучших в мире.

Крушева Мария Анатольевна, ассистент кафедры общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Ефимова Наталья Сергеевна, кандидат психологических наук, доцент, заведующая кафедрой психологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Арефьева М. В., Ефимова Н.С. Российское образование глазами студентов//Актуальные проблемы химико-технологического образования ФГОС ВПО - опыт работы двух лет: Материалы 15-й межвузовской учебно-методической конференции. М.: Российский химико-технологический ун-т им. Д. И. Менделеева; 2013. С. 171-172.
2. Кобыльнич Л.Н. Профессиональная компетентность педагога высшей школы. Серия «Гуманитарные науки», № 3-4 . 2014г. С. 61-63.
3. Красинская Л.Ф. «Формирование психолого-педагогической компетентности преподавателя технического вуза в системе дополнительного профессионального образования». Автореферат диссертации. Самара, 2011 г.
4. Красинская Л.Ф. Структурно-функциональная модель психолого-педагогической компетентности преподавателя высшей школы. Известия научного центра РАН, т.12, №3(3), 2010, С. 730 – 734.

Krusheva Maria Anatolyevna, Efimova Natalia Sergeevna***

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

*e-mail: starmanya@rambler.ru

**e-mail enspsiholog@mail.ru

PROFESSIONAL AND PERSONAL QUALITIES OF THE TEACHER OF TECHNICAL COLLEGE THROUGH THE EYES OF STUDENTS

Abstract

The article describes the main professional and personal qualities of the teacher of high school. The study, by definition, a portrait of a typical teacher of a technical College through the eyes of students I – IV courses, undergraduates and graduate students of MUCTR D. I. Mendeleev. Scheduled tasks for further research and development of the model of professional-personal guide for the teacher of technical University.

Key words: professionally-personal qualities, high school teacher.

УДК 330.3

А. Р. Александрова*, Е. О. Вдовенко

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, д. 9

[*e-mail: nastasiya-7.92@mail.ru](mailto:nastasiya-7.92@mail.ru)**АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ**

В статье представлен развернутый анализ деятельности промышленного сектора национальной экономики, рассмотрены основные показатели, тенденции, экономики. Выделил основные факторы, которые определили динамику промышленного производства в период 2014-2015 годов и в первом полугодии 2016 года. Выделено, что процесс управления промышленным сектором экономики с целью перехода на новый уровень развития может осуществляться в разных масштабах и с различной интенсивностью, что определяется уровнем эффективности всей системы. Авторами статьи сделаны определенные выводы по сложившейся ситуации и определены тенденции на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: промышленность, производство, динамика показателей промышленного сектора экономики

Развитие промышленного производства является одним из важнейших факторов, способствующих формированию конкурентоспособной экономики и снижению зависимости от колебаний конъюнктуры на мировых рынках. Состояние промышленного сектора экономики в России во многом зависит от внешнеэкономических условий. Прежде всего, в настоящее время это продление действия экономических санкций со стороны ЕС, США и других стран; снижение цен на нефть, сохранения тенденций к снижению инвестиционной активности. В связи с активным стремлением России диверсифицировать экономику и перейти на инновационный путь необходимо рассмотреть динамику развития промышленного сектора экономики за последние два года.[1,2]

В результате проведенного анализа показателей деятельности предприятий промышленного сектора экономики за период 2014-2015 годы, представленные на рис. 1, нами было выявлено, что реальный ВВП России снизился. Причем в 2015 году,

с учетом девальвации рубля, эта величина снижения составила около 3,7 %. В целом же, наблюдалось снижение темпов промышленного производства. Отметим, в 2015 году снижение индекса промышленного производства составило на 3,4 % [5].

В большей степени сокращение объемов промышленного производства затронуло такие сектора, как строительство (минус 7%), транспорт (минус 5,7%), торговлю (минус 10%), а также обрабатывающие виды производства (минус 5,4%). Наиболее значительный спад произошел в текстильном и швейном производстве – минус 11,7%.

Также спад индекса промышленного производства наблюдался в отраслях: занимающихся обработкой древесины – минус 3,4%; на целлюлозно-бумажном производстве – минус 6,3%; производстве машин и оборудования – минус 11,1%; производстве транспортных средств и оборудования – минус 8,5%; прочее производство — минус 6%.

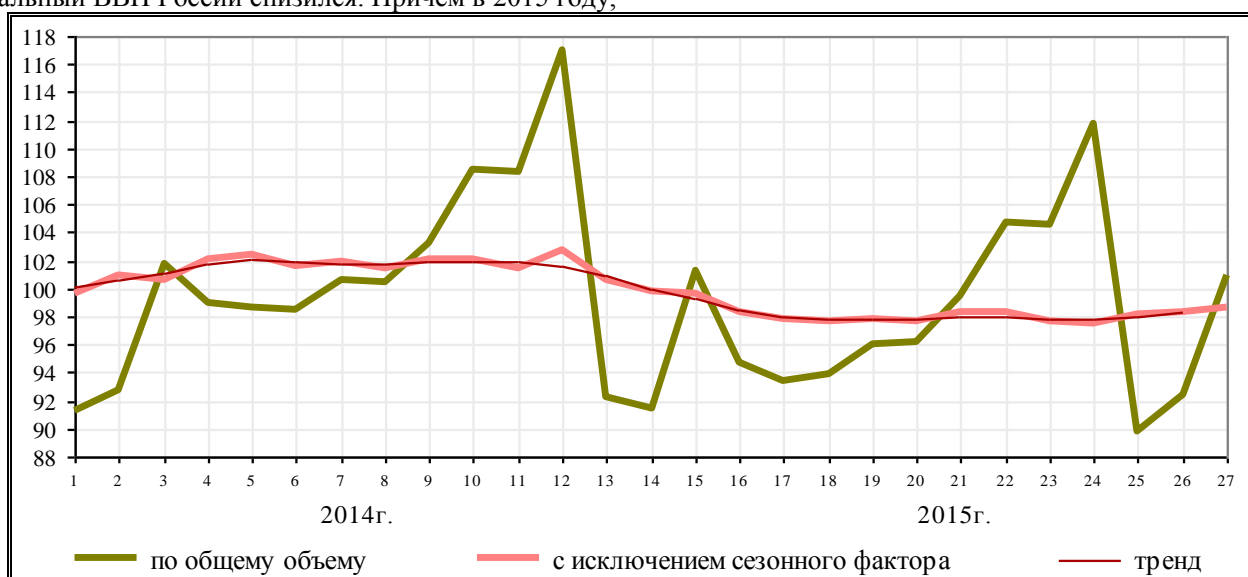


Рис 1. Индексы промышленного производства в РФ (в % к среднемесячному значению 2013 года) [5]

Вместе с тем, наблюдались и тенденции роста промышленного производства, преимущественно в сырьевых секторах экономики, направленных на добычу полезных ископаемых (100,3%), в большей степени прирост составил за счет добычи нефти (1,3%), угля (4,5%), кокса и нефтепродуктов (0,3%), а также за счет добычи металлических руд (3,3%).

Помимо сырьевого сегмента рост наблюдался также в агропромышленном комплексе - на 3%; в производстве пищевых продуктов, включая напитки и табак - на 2%; в химическом производстве - на 6,3%.

Такая положительная динамика обеспечивалась инвестициями прошлых лет, которые были направлены на создание новых производственных мощностей, а также спросом на товары повседневного потребления отечественных производителей в условиях увеличения цен на аналогичные импортные товары.

Выделим основные факторы, которые определили динамику промышленного производства. В 2015 году нами определены тенденции, показывающие сжатие внутреннего потребительского, а также инвестиционного спроса; значительный рост стоимости кредитных ресурсов с дефицитом оборотных средств предприятий; уменьшение прибыли предприятий, а также рост кредиторской задолженности; увеличение стоимости импортного оборудования и комплектующих и их высокая доля в структуре производства готовой продукции и др. [3,4]

По оперативным данным Росстата индекс промышленного производства в первом квартале 2016 года снизился в среднем на 1,3%. При этом сохраняется тенденция увеличения добычи полезных ископаемых, а также уменьшения выпуска продукции обрабатывающих производств по сравнению с первым кварталом 2015 года. Несмотря на увеличение добычи полезных ископаемых в

первом квартале 2016 года (100,4%; 102,8% и 103,4% в январе, феврале и марте, соответственно) наблюдалось и снижение при производстве кокса; производстве нефтепродуктов (96,8%; 97,4%; 95,4% в январе, феврале и марте, соответственно) по отношению к соответствующему периоду в 2015 года.

Кроме того, в 2015 году произошел спад оборота розничной торговли на 10%, по сравнению с 2014 годом, что составило 27,6 трлн. Рублей. Уточненная тенденция свидетельствует о падении покупательной способности населения.

Необходимо отметить, что исследуемый период оборот розничной торговли на 90,8% был сформирован за счет торгующих организаций. Удельный вес пищевых продуктов в структуре розничной торговли составил 48,6%, а непродовольственных товаров – 51,4%. В 2014 году удельный вес составлял 47% и 53%, соответственно. Имеющий место спад оборота розничной торговли, на наш взгляд, свидетельствует о падении покупательной способности населения, что напрямую связано с уменьшением ежемесячной заработной платы на 9,5%. Одним из основных факторов, повлиявших на снижение доходов населения, стал инфляционный рост в экономике, который ежемесячно варьировался примерно от 0,5 до 4%, а по итогам 2015 года, инфляция в целом, составила 12,9%.

Также наблюдается спад экспорта товаров, который составил минус 32,1% и еще больший спад импорта товаров – минус 37,7%, представленный на рис. 2. Причиной отрицательной динамики экспорта стало резкое снижение экспортных цен на топливно-энергетические товары, металлургическую продукцию, а также продукцию химической промышленности вследствие ухудшения конъюнктуры мировых рынков сырьевых товаров.

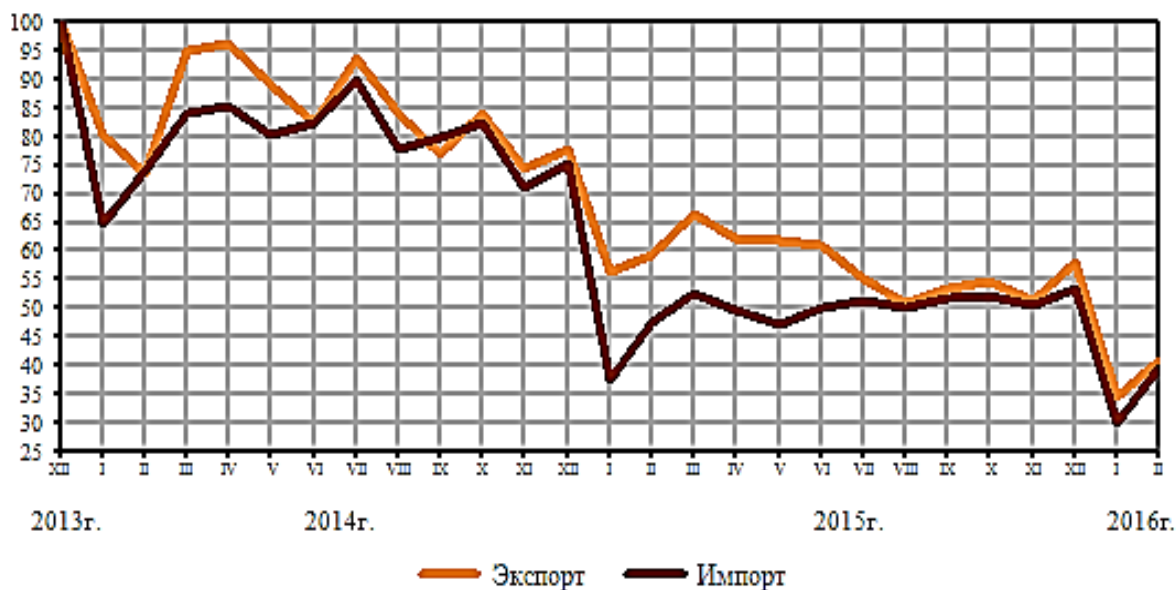


Рис. 2. Динамика экспорта и импорта в РФ (в % к декабрю 2013 года) [5]

Вместе с тем, в процессе исследования развития национального промышленного сектора экономики наблюдался процесс импортозамещения, хотя, не в той степени, как было запланировано правительством России. Отметим, что итогам 2015 года выросла доля экспортоориентированных сырьевых секторов, связанных с добычей полезных ископаемых. Увеличилась доля экспорта нефти на 9,4% и составила 244,5 млн. т, из них 221,6 млн. т было экспортировано в страны дальнего зарубежья, что на 11,2% больше, чем в 2014 году. Доля экспорта в общем объеме добычи нефти увеличилась с 42,5% в 2014 году до 45,9% в 2015 году.

Небольшой рост наблюдался и в топливно-энергетическом комплексе (с 2,5 до 2,7%), и, в металлургическом производстве (с 9,96 до 10,63%), и, в лесопромышленном комплексе (с 2,60 до 2,75%) и другие.

Также наблюдалось увеличение экспорта проката черных металлов на 8,3% в большей степени за счет увеличения экспорта полуфабрикатов, который составил в 2015 году 14,6 млн. т, что на 8,4% больше, чем 2014 году. Из цветных металлов следует выделить увеличение экспорта рафинированной меди в 2 раза, а также алюминия на 21%. Однако поставки никеля за рубеж уменьшились на 4,8%.

Экспорт газа в 2015 году увеличился на 5,6% также за счет увеличения экспорта в страны дальнего зарубежья (на 6,4%). Доля экспорта в общем объеме добычи газа увеличилась с 29,4% в 2014 году до 31,5% в 2015 году. Экспорт обработанных лесоматериалов в 2015 году составил 14,3 млн. т, что на 10,7% больше, чем в 2014 году. В то же время уменьшились экспортные поставки необработанных лесоматериалов до 19,4 млн. куб. м., что на 7% меньше, чем в 2014 году. Экспорт клееной фанеры в данный период увеличился на 12,2% и составил 2209,3 тыс. куб. м, древесной целлюлозы – на 10,1% и составил 2068,2 тыс. т.

Объем импорта в 2015 году уменьшился на 36,4% и составил 182,4 млрд. долл. В большей степени наблюдалось сокращение физических

объемов в импорте машин, оборудования и транспортных средств, которое составило минус 33,8%; металлов и изделий из них – на 28,9%; продукции легкой промышленности – на 21,4%. Уменьшение импорта можно объяснить сокращением поставок в физическом выражении, а также падением средних импортных цен.

Далее, увеличилась доля импорта продукции химической промышленности в стоимостной выражении с 16,2% в 2014 году до 18,6% в 2015 году; продовольственных товаров и сельскохозяйственной продукции – с 13,9% до 14,5%.

Также немаловажным фактором стало снижение инвестиций в основной капитал в 2015 году на 8,4%, динамика представлена на рис. 3.

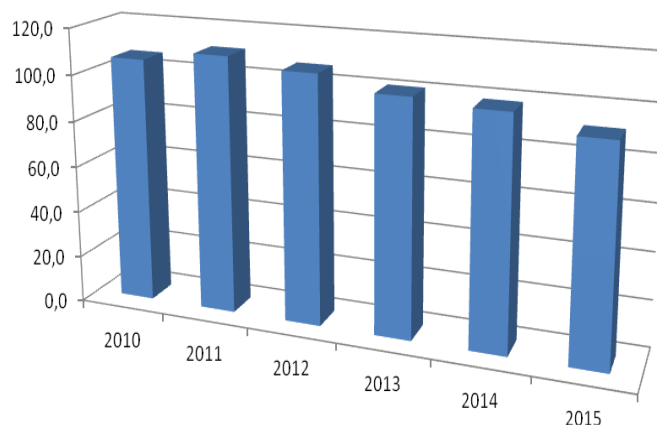


Рис. 3. Динамика инвестиций в основной капитал в РФ (в сопоставимых ценах, % к предыдущему году) [5]

На наш взгляд в результате такой динамики инвестиционной активности инвесторов, последует падение ВВП. Инвестиции в основной капитал в фактических ценах 2015 года составили около 14556 млрд. рублей, из которых 41,4% были инвестированы в нежилые здания и сооружения; 34,7% – в машины, оборудование и транспортные средства. На рис. 4. представлена динамика социально-экономических показателей

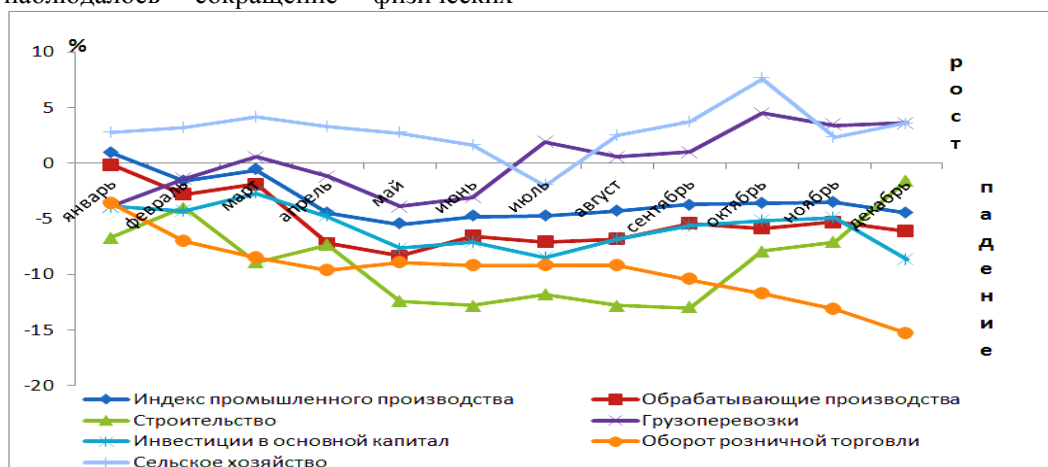


Рис. 4. Динамика социально-экономических показателей (в % к соответствующему периоду предыдущего года)

Таким образом, в результате проведенного анализа показателей, характерных для промышленного сектора национальной экономики в 2015 году, выявлена неоднозначная тенденция. Часть показателей регрессировала в первом полугодии, а другие показатели во второй половине года имели тенденции к снижению. Большая часть социально-экономических показателей имела отрицательное значение, а именно строительство, инвестиции в основной капитал, обрабатывающие производства, оборот розничной торговли. И лишь немногочисленные отрасли демонстрировали положительные показатели роста, например, сельское хозяйство.

По нашему мнению процесс управления промышленным сектором экономики с целью

перехода на новый уровень развития может осуществляться в разных масштабах и с различной интенсивностью, что определяется уровнем эффективности всей системы. Кроме того, промышленно развитые страны, регулирующие процессы научно-технологического развития, занимают передовые позиции в мире по всем показателям, а для российской экономики только начало третьего тысячелетия стало точкой отсчета проведения институциональных реформ, направленных на модернизацию государства, завершения формирования рыночных механизмов, создания предпосылок, обеспечивающих долгосрочную стабильность.

Александрова Анастасия Родионовна, магистрант кафедры экономической теории РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Вдовенко Евгений Олегович, соискатель кафедры экономической теории РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Вдовенко З. В. Управление промышленным комплексом. М-во образования и науки РФ, Кемер. гос. ун-т, каф. экон. теории экон. фак., Кемер. ин-т Рос. гос. торг.-экон. ун-та. Кемерово, Кузбассвузиздат. 2004. 167 с.
2. Вдовенко З.В. Формирование системы эффективного управления предприятиями химического комплекса региона в рыночных условиях; дисс. на соискание ученой степени доктора эк. наук: 08.00.05/ Вдовенко Зинаида Владимировна. – М, 2005. – 466 с.
3. Вдовенко З.В., Клепиков Д.Н., Лукьянова А.В. Индустриальная система в условиях экономической нестабильности // Транспортное дело России. 2014. № 6. С. 48-51.
4. Вхождение России в социально-экономический кризис: тенденции 2015 года. Аналитический доклад. Аналитический центр при правительстве Российской Федерации.
5. Официальный сайт. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 05.11.2015).

*Alexandrova Anastasia Rodionovna, Vdovenko Evgeniy Olegovich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow. Russia

* e-mail: kafekonom@muctr.ru

THE TRENDS OF INDUSTRIAL THE ECONOMICS SECTOR

Abstract. The paper presents a detailed analysis of the industrial sector of the national economy, the basic indicators, the trends of the economy. It identifies the main factors that determine the dynamics of industrial production in the period 2014-2015 and the first half of 2016. It stressed that the process of managing the industrial sector of the economy in order to move to the next level can be carried out at different scales and with varying intensity, which depends on the level of efficiency of the entire system. The transition to a higher level should be carried out in the direction of the transition from quantitative to qualitative development, which determines its effectiveness. To draw some conclusions on the current situation and trends identified in the near future.

Keywords: industry, the dynamics of the industrial sector of the economy indicators.

УДК 351

А. А. Александрова*, М. В. Провоторов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, д. 9

*e-mail: nastasiya-7.92@mail.ru

ФАСИЛИТАЦИЯ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ ПРОЕКТАМИ

Статья посвящена повышению эффективности государственного управления научно-техническими проектами в условиях глобализации и постиндустриального общества методами фасилитации. Впервые рассмотрены общие характеристики фасилитации в научно-технических областях деятельности. Приводится доказательство необходимости фасилитации всех иерархических уровней системы государственного управления научно-техническими проектами.

Ключевые слова: фасилитация; фасилитатор; государственное управление; научно-технический проект; глобализация; субъект управления; объект управления; административное давление; коллективное бессознательное.

Современную эпоху, которую часто характеризуют как постиндустриальную, можно рассматривать как следствие все углубляющегося процесса глобализации, который в свою очередь вызван экспоненциальным ростом динамичности всех продуктивных сфер деятельности человечества. В связи с этим вызывает большой интерес трансформация в стилях государственного управления, инспирированная этими переменами. Приводя к общему знаменателю выводы аналитиков [1] этого процесса можно сказать, что в основе ключевых вызовов нового времени лежит все обостряющаяся конкуренция, в результате которой любые продукты человеческой деятельности приобретают форму услуг и поэтому все более нуждаются в проектной деятельности. Кроме того, такая проектная деятельность постепенно отходит от своих консервативных форм в сторону инновационных разработок. В условиях глобализации консервативные формы, связанные с заимствованием ранее выработанных подходов, приводят к неизбежному постоянному технологическому отставанию, и как следствие, к потере конкурентоспособности. Таким образом, государственная структура вынуждена будет переходить к управлению проектами [5, с.30] и к их новым формам государственного регулирования.

В свою очередь в системе государственного управления проектами можно выделить консервативную и инновационную форму управления. Это функциональный и проектный менеджмент соответственно [5, с.36]. Стилистика проектного менеджмента отличается большим разнообразием, среди которых можно выделить наиболее эффективные формы, к которым относится фасилитация [3].

Фасилитация в большинстве случаев определяют как «технологии организационного развития» [3, с.54]. В настоящее время фасилитацию используют в творческих коллективах гуманитарного направления, таких как кинематография, телевидение, реклама и т.п., а также в области психологических технологий (психологическая фасилитация [3, с.58]). Более того современная практика фасилитации в перечисленных

областях деятельности, прямо не относящихся к психологии, по своей сути также являются чисто психологическими технологиями, направленными на гармонизацию коллективов и генерирование силами их членов креативных решений. Можно прийти и вбить в стену гвоздь и обратиться к коллективу: «Уважаемые коллеги! Давайте повесим на этот гвоздь все наши проблемы». Но этого явно не достаточно для решения проблем в научно-технических проектах, а именно они сейчас нуждаются в наибольшем внимании и являются приоритетом государств, стремящихся занять ключевые позиции в мире.

Цель настоящей статьи показать необходимость применения стиля фасилитации в системе государственного управления деятельностью в научно-технических проектах и раскрыть основные особенности метода в этих условиях.

Поставленная цель требует существенного расширения области применения рассматриваемого метода и в первую очередь расширения самого понятия «фасилитация». Для это необходимо обратить внимание на то, что фасилитатор, как субъект фасилитации, действующий в рамках только психологических технологий, осуществляет свое управление не отдельными персонами коллектива, а их «коллективным бессознательным» в более широком смысле этого термина по отношению к тому, как его применял К. Юнг [6]. Важнейшим основанием для эффективного управления людьми является создание условий для реализации ее участниками трех статусов: социального, служебного, персонального. Сам руководитель (фасилитатор) должен обладать тремя достоинствами: доступностью, доброжелательностью, добропорядочностью [2, с.136].

Иными словами фасилитатор имеет дело с особой внешней отделенной от персон системой, которая в научно-технических проектах превращается не только в коллективное бессознательное, но и в его материальное воплощение, например, в проектируемое производственное оборудование. Участники проекта включаются в неантропоморфный мир технических объектов. Поначалу это – путешествия, а затем – образ

жизни, который меняет характер коллективного бессознательного. (Человек в этих условиях, поначалу новых для него, вынужден повторять свой путь начиная с детства и заканчивая зрелостью.) И именно этот мир, состоящий из двух компонентов, нового коллективного бессознательного и его материального воплощения, является объектом управления фасилитатора в научно-технических проектах.

Различие между объектом фасилитации, то есть коллективным бессознательным и его материальным воплощением, в научно-техническом проекте и осознанной деятельностью членов его коллектива особенно проявляется в эпоху постиндустриального развития, когда обычные промышленные технологии

постепенно переходят в область хай-тек. Это хорошо заметно в таких отраслях промышленности как электроника, космические технологии, биотехнологии, нанотехнологии и т.п. Научно-технические проекты в этих областях основаны на глубоком проникновении в микро- и макромир, поначалу чуждые человеческому сознанию.

Выделенные таким образом объекты фасилитации в целостной системе проекта для сохранения этой целостности должны обрести соответствующие связи с участниками этого проекта, к которым относятся сам фасилитатор, реализаторы и главный менеджер проекта, как это показано на рисунке 1.

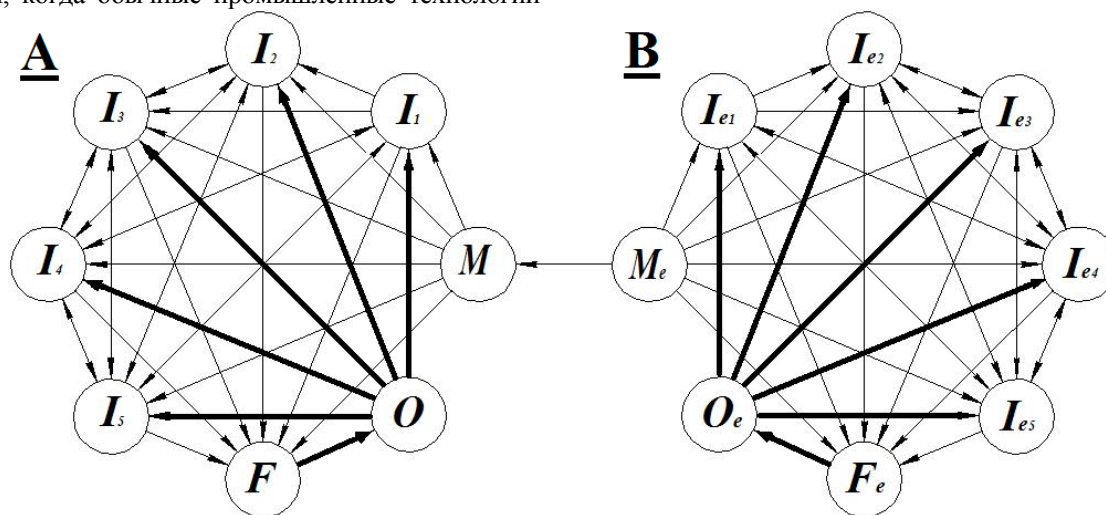


Рис.1. Персональные структуры проекта (А) и внешней административной системы управления (В): М – главный менеджер проекта; F – фасилитатор проекта; О – объект фасилитации в проекте; I₁, I₂, I₃, I₄, I₅ – реализаторы отдельных частей проекта; Me – главный менеджер внешней системы В; Fe – фасилитатор внешней системы В; Oe – объект фасилитации во внешней системе В; Ie₁, Ie₂, Ie₃, Ie₄, Ie₅ – реализаторы отдельных частей организационного проекта внешней системы В

На рисунке 1 стрелками показано управляющее воздействие и их направления от одного элемента системы, как субъекта управления, к другому элементу, как к объекту управления. Под управляющим воздействием здесь понимается ситуация, когда субъект управления ставит определенную задачу перед объектом управления, а объект управления решает эту задачу. Так главный менеджер М проекта, осуществляя свое управляющее воздействие по отношению к реализаторам проекта I₁, I₂, I₃, I₄, I₅ и фасилитатору F, ставит перед ними задачу, например, подготовить презентацию результатов определенного этапа их научно-технической деятельности. Это на схеме показано стрелками, идущими от главного менеджера М к реализаторам I проекта и фасилитатору F. В отличие от главного менеджера стрелки, определяющие связи фасилитатора с другими участниками проекта, всегда направлены к нему. Такие направления стрелок неизменны в любых рабочих ситуациях и определяют основное отличие характера деятельности главного менеджера и фасилитатора.

Фасилитатор представляет собой главного (ответственного) исполнителя проекта, и это его основной идентификационный признак. Не он руководит исполнителями проекта, а исполнители проекта представляют собой его коллективного руководителя. Возникновение такого стиля управления

– естественный процесс, поскольку субъект фасилитации (фасилитатор) является лицом с безусловным авторитетом в своей области научно-технической деятельности, а также высококвалифицированным консультантом, теоретиком процесса, генератором научно-технических идей, стратегом развития проекта и носителем его активной концептуальной позиции.

Таким образом, можно выделить важнейшую особенность фасилицированной системы, которая заключается в том, что, несмотря на коллективность управления, существует опорная точка управления (неизменная система координат) – фасилитатор. Поэтому в данном случае выполняется один из главнейших принципов управления – принцип единоначалия. Такую ситуацию можно охарактеризовать как естественную демократию и в системе государственного регулирования проектами должна быть предусмотрена эта особенность.

Объект фасилитации, то есть коллективное бессознательное и его материальное воплощение – это единственный объект, на который направлено управляющее воздействие фасилитатора (рисунок 1). Фасилитация коренным образом отличается от директивного стиля управления, прежде всего естественностью управления. Как и все естественные процессы изменения какого-либо объекта,

фасилитация проходит на всю глубину детализации объектов управления.

Такая детализация возникает в результате того, что фасилитатор, решая поставленные перед ним задачи, реализует управляющее воздействие, направленное на технологию и устройства для ее осуществления. Но в силу того, что эти материальные объекты управления имеют природный (натуральный) характер и в результате решения этих задач приведены в самосогласование, они приобретают по отношению к персональной структуре дидактические качества в максимально детализированной форме. В результате происходит самопроизвольное обучение персонала. Причем это обучение естественным образом оказывается совмещено с материальной реализацией проекта в рамках поставленных задач. Таким образом, фасилитатор оказывает управляющее воздействие на персональную структуру, но, в отличие от главного менеджера, опосредственно, через управление материальными структурами проекта.

Под самосогласованием объекта управления в данном случае понимается его структурирование (самоорганизация, упорядочение, синхронизация). Для этого должно быть затрачено определенное количество работы. Такого рода затраты несет фасилитатор. Они намного превышают затраты главного менеджера, также направленные на структурирование своего объекта управления, которым является персональная структура проекта (включая обслуживающий персонал). Причина такой несопоставимости затрат заключается в существенно меньшей степени детализации объекта управления главного менеджера.

Придерживаясь определения энергии как потенциальной способности совершать работу, можно утверждать, что фасилитатор обладает или должен обладать некоторым запасом энергии, которую он тратит на упомянутое самосогласование. Самосогласованный природный объект «О», обладая полученным от фасилитатора запасом энергии, осуществляет в дидактической форме организующее воздействие на реализаторов «I» проекта (рисунок 1), а те в свою очередь, приобретая избыточную энергию, воздействуют на менеджера проекта. Это другой вид энергии, отличающийся от той, которую использует главный менеджер, воздействуя на свой объект управления. Трансформация этой энергии показана на рисунке 1 жирными стрелками (но не везде, они опущены между реализаторами и главным менеджером).

Трансформация энергии от одного объекта к другому, вследствие ее неизбежной диссипации, в любом случае всегда связана с ее отрицательным градиентом в направлении трансформации и с соответствующей силой, направленной против направления трансформации. Поэтому такая трансформация в направлении от реализаторов к главному менеджеру вызывает появление силы, направленной от главного менеджера М к реализаторам, включая фасилитатора, поскольку он несет функции главного реализатора. Эту силу часто называют «административным давлением» [6] (далее, APF). Причем чем меньше податливость менеджера М

фасилитационному воздействию, тем больше градиент энергии, передаваемой от реализаторов I проекта к менеджеру М, и тем больше сила APF.

С другой стороны, главный менеджер М, осуществляя свое управляющее воздействие по отношению к персоналу проекта, передает им свою энергию, но в другой форме – в форме директивного управления. В результате он испытывает силу давления, которую на него оказывает коллектив проекта. В данном случае, это будет «сила фасилитационного давления» (далее, FPF).

В идеальном случае обе силы, APF и FPF, должны уравновешивать друг друга. Избыток APF приводит к «заорганизованности» управления и постепенному вырождению проекта, а избыток FPF – к дезорганизации работы персонала, и, как следствие, к потере «приемлемой темпоральности» проекта.

Далее следует принять во внимание, что любой проект не является замкнутой системой, а неизбежно связан с иерархическими структурами государства и мира в целом, что условно показано на рисунке 1 в правой его части. Смежная (высшая) иерархия может представлять собой элемент государственного управления или какую-либо негосударственную структуру, но в конечном итоге находящуюся под управляющим воздействием государства. Отсюда следует, что поток энергии фасилитатора F не останавливается на главном менеджере проекта М, а продолжает свою трансформацию в направлении к главному менеджеру более высокой иерархической структуры (Me). В результате возникает дополнительная сила административного давления APFe. С другой стороны, менеджер Me, оказывая свое управляющее воздействие на менеджера М, создает противоположно направленную силу FPFm. Менеджер Me как реализатор административных функций на государственном уровне, обладает существенно меньшей податливостью, чем главный менеджер М проекта. Поэтому в большинстве случаев, несмотря на установленное равновесие сил APF и FPF, общее равновесие сил APF, FPF, APFe, и FPFm будет нарушено за счет превышения APFe над FPFm.

Даже если в каких-то редких случаях будет иметь место равновесие указанных четырех сил, то это не будет означать полную гарантию, что это равновесие не будет нарушено в какое-то другое время и для какого-то другого проекта. Для надежной работы механизма, создающего такое равновесие, необходимо введение пятой силы, в любых случаях компенсирующей возникновение избыточной силы APFe, то есть необходимость введения фасилитатора, не только в систему проекта, но и в систему государственного управления (рисунок 1), причем на всех ее уровнях.

Объектом управления этого внешнего фасилитатора Fe является коллективное бессознательное реализаторов Ie организационного проекта, цель которого заключается в создании в рамках общей системы государственного управления и системы управляемых научно-технических проектов механизма эффективного обслуживания последних. Здесь фасилитатор Fe должен обладать достаточно

высокой квалификацией в области государственного управления научно-техническими проектами, но своим происхождением должен быть обязан своему опыту работы фасилитатора в научно-техническом проекте. В каждом конкретном случае продолжительность этого опыта должна быть определена на практике. Кроме того, здесь следует учитывать, что проекты могут быть, как минимум, двух видов, направленные либо на разработку технологии, либо разработку устройства. В первом случае фасилитатор Fe, должен быть специалистом в области технических технологий, а во втором случае – специалистом в области конструирования машин, механизмов и т.п.

Подготовка такого рода специалистов требует соответствующего усовершенствования в системе высшего образования. Оно должно быть многостадийным и содержать в себе элементы различных форм повышения квалификации.

Основным требованием к фасилитатору на более высоких уровнях системы государственного управления должно быть наличие опыта фасилитатора, полученного на более низких уровнях. Кроме того он должен быть специалистом в области государственной научно-технической политики, а также политики в

сфере образования. В настоящее время требуется развитие системы внешкольного образования с целью выявления научно-технических наклонностей на ранних стадиях формирования личности. Это необходимо для создания будущего кадрового потенциала научно-технических проектов, включая его фасилитаторов.

Таким образом, для успешной реализации научно-технических проектов в условиях глобализации с постиндустриальным характером производства необходимо развитие новых форм организации и управления научно-техническими проектами, включая фасилитацию, к объектам управления которой относятся коллективное бессознательное реализаторов проекта и его материальное воплощение в рамках задач проекта. Для успешной самоорганизации жизненного цикла проекта требуется, помимо фасилитации самого проекта, фасилитация всех иерархических уровней системы государственного управления в этой сфере деятельности. Объектом управления в данном случае является коллективное бессознательное реализаторов управляющего воздействия этой государственной системы.

Александрова Анастасия Родионовна, магистрант 2 курса Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Провоторов Михаил Викторович, к.х.н., доцент кафедры Химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Дробот Е.В. Перспективы развития современного мирового сообщества в контексте процессов глобализации // Гуманитарные научные исследования. 2014. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://human.snauka.ru/2014/10/7814> (дата обращения: 12.11.2015).
2. Ефимова Н.С., Литвинова А.В. Социальная психология. М.: Изд-во Юрайт, 2016. 442 с.
3. Мартынова А.В. Фасилитация как технология организационного развития и изменений [Электронный ресурс] // Организационная психология. 2011. Т. 1. № 2. С. 53–91. URL: <http://orgpsyjournal.hse.ru> (дата обращения: 24.04.2016).
4. Поляков С.Б. Неограниченность административного давления на экономику в российской правовой системе // Актуальные проблемы экономики и права. 2013. №4(28). 68-75 с.
5. Управление проектами: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / И.И. Мазур [и др.]; под общ. ред. И.И. Мазура и В.Д. Шапиро. — 6-е изд., стер. — М.:Издательство «Омега-Л», 2010. — 960 с.: ил.
6. Юнг К.Г. Очерки по психологии бессознательного. – М.: Когито-Центр. 2010. 352 с.

Alexandrova Anastasia Rodionovna, Provotorov Mikhail Viktorovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*e-mail: nastasiya-7.92@mail.ru

FACILITATION IN THE STATE ADMINISTRATION SYSTEM OF THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROJECTS

Abstract

This article focuses on efficiency improvement by facilitation methods of scientific and technical projects under state administrations in the context of globalization and postindustrial society. For the first time the general characteristics of facilitation in scientific and technical fields were discussed. The facilitation necessity of all hierarchical levels at state administration system is proved.

Key words: facilitation; facilitator; government administration; scientific and technical project; globalization; subject of management, object of management; administrative burden; collective unconscious.

УДК 338.262, 338.45

Е.О. Вдовенко*, И.Г. Кукушкин

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, д. 9

*e-mail: kafekonom@muctr.ru

ИНСТИТУТ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье анализируется институт саморегулирования, состояние и основные направления реформирования системы саморегулирования, направленные на совершенствование механизмов обеспечения имущественной ответственности субъектов саморегулирования и предлагаются возможные варианты решения важнейших проблем в системе саморегулирования.

Ключевые слова: механизмы саморегулирования; инструменты управления; предпринимательская деятельность.

Развитие общества и экономическое благополучие обусловлено его потребностями и параметрами, замещающими эти потребности. Прежде чем определить эти потребности и их параметры, выявить роль государства и общественного сектора в регулировании рыночных отношений, включая и естественные монополии, необходимо определить стержневую проблему современного общества. Такой проблемой для любой страны является увеличивающийся разрыв между миром богатых и миром бедных, усиливающийся процессами глобализации и транснационализации.

Для выявления основных причин существующих проблем в сфере саморегулирования в промышленности необходимо подробнее рассмотреть действие механизмов процессов корпоратизации, законы, оказывающие влияние на развитие естественных монополий и их взаимодействие с общественным сектором экономики и др.

В экономической науке по-разному оценивается роль корпоративных структур. Одни ученые считают, что корпорация является основой построения экономики страны, установления пропорций и основных направлений эффективного развития, а другие – утверждают, что негативные тенденции деятельности мегаобъединений наносят значительный ущерб развитию цивилизации. Поэтому, рассмотрение механизмов управления предприятиями, организациями, корпоративными структурами является необходимым при разработке эффективных экономических решений в системе управления [3].

Следует отметить, невозможно проводить реформы, как и политику импортозамещения, без инновационных преобразований производства и капитала, существенное реформирование системы общественных отношений и моделей поведения экономических агентов, которые во многом определяют полноту социально-экономического и институционального прогресса общества, качество жизни, отношение к природной среде. Причем, глобальные вызовы современности, включая природные и техногенные катастрофы, череду экономических кризисов, а также необходимость следования международным обязательствам, предполагают выход промышленных компаний на новый уровень развития, конкурентоспособности,

необходимость разработки рациональных экономических и технологических решений. [4, с. 54]

Основными факторами, негативно влияющими на переход к инновационному развитию в России, как нам видится, являются: отсутствие или недостаточность современных механизмов институциональных преобразований в экономике и политике, наличие процессов, бюрократизации в органах государственной власти, коррупции, невосприимчивости ко всему новому на всех уровнях руководства и управления. [5]

Вместе с тем, с целью формирования единой общегосударственной модели регулирования предпринимательской деятельности, повышения качества товаров, работ, услуг субъектов профессиональной деятельности, в конце прошлого года было принято распоряжение Правительства «О совершенствовании механизмов саморегулирования в Российской Федерации». [6]

В концепции «О совершенствовании механизмов саморегулирования» (далее – Концепция) отмечается, что в мировой практике общие регулятивные и охранительные меры, вводимые субъектами саморегулирования, зачастую устанавливают более высокий и детальный уровень требований к участникам рынка и их товарам (работам, услугам), нежели акты государственных органов власти.

Кроме того, акты государственных органов власти зачастую устанавливают лишь границы компетенции и самые общие требования к товарам, работам, услугам, а также деятельности регулируемых организаций, предоставляя право организованным предпринимательским и профессиональным сообществам самим определять свою деятельность. Это связано с тем, что многие сферы деятельности требуют узкопрофессионального подхода.

В Федеральном законе «О саморегулируемых организациях» была определена правовая основа саморегулирования, в том числе прописан общий порядок осуществления такими организациями контроля за деятельностью своих членов и применения ими мер дисциплинарного воздействия в отношении своих членов. [9]

В свою очередь, в принятой Концепции, институт саморегулирования рассматривается именно как способ самоорганизации хозяйствующих субъектов,

имеет общие правовые, экономические и финансовые нормы регулирования процедур создания и функционирования таких организаций.

Однако, следует отметить, что в Законе 315-ФЗ и Концепции отсутствуют единые подходы к определению института национальных объединений саморегулируемых организаций, их полномочий, прав и обязанностей. В частности, Федеральный закон "О саморегулируемых организациях" не использует термин "национальное объединение саморегулируемых организаций" и не определяет правовой статус такого объединения. На наш взгляд, основополагающая цель создания основного нормативного правового акта Российской Федерации в области саморегулирования не достигнута в полном объеме.

Вместе с тем, на наш взгляд, в Концепции справедливо отмечено то, что эффективная реализация контрольных полномочий саморегулируемой организации возможна только в случае четкого разделения предметов государственного контроля (надзора) и контроля со стороны таких организаций. И далее, верно подмечено, что существующие недостатки функционирования отдельных элементов института саморегулирования во многом обусловлены несоответствием базовых функций и принципов саморегулирования (в первую очередь стандартизация и обеспечение имущественной ответственности) целям введения нового регулирования в отдельной отрасли или виде деятельности, а также проблемам, на решение которых направлено такое регулирование.

Указанная тенденция к использованию саморегулирования, основанного на обязательном членстве субъектов предпринимательской и профессиональной деятельности в саморегулируемых организациях, для решения узкоспециализированных отраслевых задач и проблем без привязки к предусмотренному законодательством Российской Федерации функционалу саморегулирования характерна и для текущей практики законотворчества и потребует существенного, последующего изменения законодательной базы страны. В концепции, разработчиками к недостаткам были отнесены законодательные инициативы по введению обязательного членства в саморегулируемых организациях в сфере обращения медицинских изделий, семеноводства, погребения и похоронного дела, промышленной безопасности, пожарной безопасности, отходов производства и потребления.

Нецелесообразность регулирования целого ряда видов деятельности, связанных с производством продукции, к которой в соответствии с законодательством Российской Федерации «О техническом регулировании» установлены обязательные требования, отсутствие потребности отдельных отраслей в стандартизации и использовании специальных механизмов имущественной ответственности и формальный подход, предусматривающий, в сущности, техническую замену какого-либо разрешительного административного механизма институтом саморегулирования.

Таким образом, в концепции представлено ряд

справедливых выводов о недопустимости в дальнейшем введения саморегулирования с обязательным членством в тех сферах предпринимательской деятельности, в которых законодательством Российской Федерации установлены требования к продукции (результатам деятельности), а также требования к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации. Кроме того, недопустимо введение обязательного саморегулирования в сферах посреднических услуг.

Далее, в Концепции, определена ключевой задачей, направленная на развитие эффективных форм саморегулирования, не связанных с воспроизводством административных, экономических и организационных барьеров для развития предпринимательства. Также представляется целесообразным сформулировать базовые принципы и требования, необходимые для введения саморегулирования с обязательным членством. [10]

В концепции, при рассмотрении основных итогов развития института саморегулирования, приведены основные показатели. Так, например, на конец 2015 года в Российской Федерации насчитывалось 1154 саморегулируемых организаций, из которых 719 организаций, в отраслях, определивших обязательное членство участников рынка в данных организациях (данные, приведены в табл. 1).

По данным Министерства экономического развития России на конец 2015 г. в Российской Федерации насчитывалось 435 саморегулируемых организаций, основанных на добровольном членстве хозяйствующих субъектов.

Вместе с тем, для развития добровольного саморегулирования, в Концепции разработчики отметили, что в настоящее время отсутствует достаточное количество инструментов регулирования отраслей, мотивирующих развитие саморегулирующих организаций с добровольным членством.

Роль рыночных, экономических (конкурентных) и профессиональных стимулов к развитию саморегулирования в отдельных отраслях экономики на сегодняшний день сравнительно невысока. Кроме того, репутационные механизмы, высокая инерционность общественного сознания и слабый уровень доверия потребителей к предпринимательству – это те инструменты, которые находятся в режиме реинкарнации советского периода в российские отношения.

Основные направления реформирования системы саморегулирования в Российской Федерации направлены на совершенствование механизмов обеспечения имущественной ответственности субъектов саморегулирования; стандартизации деятельности в системе саморегулирования; совершенствование нормативно-правового регулирования вопросов административной ответственности саморегулируемых организаций за нарушение обязательных требований, выявленные при государственном контроле (надзоре). Кроме того,

реформирование направлено на установление правовых основ создания и деятельности национальных объединений саморегулируемых организаций; повышение эффективности контроля за предпринимательской и профессиональной деятельностью своих членов и развитие инструментов внесудебного урегулирования споров; усиление стимулов для создания и развития таких организаций с добровольным членством.

Создание общегосударственной модели саморегулируемых организаций, а также обеспечение максимальной прозрачности деятельности данных организаций Президент Российской Федерации В.В. Путин поручил Правительству. С учётом поставленной Президентом задачи по созданию модели саморегулируемых организаций перед Правительством Российской Федерации стоит важнейшая задача по оптимизации контрольно-надзорных ведомств развитие альтернативных способов контроля выходит.

Реформы, имеющие место в период трансформации экономических отношений, в конце прошлого столетия в России, практически, полностью ликвидировали существовавшую в социалистический период развития систему общественного и государственного контроля в управлении национальным хозяйством. Вместе с тем, сфера контрольно-надзорной деятельности, приобретает в свете принятого Федеральным законом от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» первоочередное значение и предполагает проведение масштабной реформы в данной сфере деятельности контролирующих и надзорных органов. [1]

Кроме того, следует обратить внимание на то, что правовая основа является важным элементом механизма контрольно-надзорной функции государства. По мнению экспертного сообщества, а также членов правительства, – эти масштабные реформы должны быть максимально синхронизированы между собой. При этом необходимо уточнить порядок, при котором невозможно было бы дублирование госконтроля и контроля со стороны саморегулируемых организаций над своими членами. В противном случае это станет дополнительной нагрузкой на реальный сектор и предприятия. [2]

Для решения проблем развития добровольного саморегулирования в документе предложен абсолютно новый и концептуальный подход – инструмент стимулирования участников рынка для объединения в добровольные саморегулируемые организации. Речь идет о так называемом «Соглашении о признании», подразумевающим возможность признания регуляторными органами результатов деятельности «добровольных» саморегулируемых организаций по контролю своих членов.

Авторы в данной статье, выражают свое мнение о том, что построение институционального инструмента стимулирования добровольной деятельности, для развития саморегулируемых организаций с является

революционной с точки зрения развития регулирования отраслей через некоммерческие организации. Предложенное в Концепции, закрепление возможности заключения соглашений между госорганами и «добровольными» саморегулируемыми организациями, признает способность данной организации эффективно выполнять функции контроля за членами и, в свою очередь снижает интенсивность государственного контроля в отношении членов такой организации. [10]

Реформа саморегулирования с принятием ФЗ об информационной открытости саморегулируемой организации [6], увеличило степень ответственности саморегулируемых организаций и это очевидный позитивный шаг. В тоже время «большие» ожидания от института саморегулирования не подкрепленные нормативной базой привели к различным трактовкам ответственности и понятийности терминологии, заложенной в законе о саморегулировании.

Так, например, национальное объединение строителей НОСТРОЙ обратился в Комитет по земельным отношениям и строительству Государственной Думы с просьбой высказать свою позицию по вопросу противоречивой судебной практики, когда заказчики, ссылаясь на трактование Градостроительного Кодекса Российской Федерации [8] предъявляя требования к саморегулируемым организациям о возмещении ущерба вследствие неисполнения договорных обязательств их членами. Комитет уведомил, что ответственность за неисполнение договорных обязательств определяется в соответствии с положениями этого договора и законодательства Российской Федерации. Положения ст. 60 Градостроительного кодекса не устанавливают обязанность саморегулируемым организациям возмещать убытки, причиненные членом данной организации вследствие ненадлежащего исполнения им договорных обязательств.

На наш взгляд, представляя Концепцию совершенствования механизмов саморегулирования, Правительство Российской Федерации определило позицию о развитии системы саморегулирования профессиональной и предпринимательской деятельности в России, разделив предмет государственного регулирования контроля (надзора) и контроля со стороны саморегулируемых организаций.

Правительство Российской Федерации с принятием данной Концепции, создает наиболее благоприятные условия для осуществления непосредственного регулирующего воздействия на деятельность предприятий, организаций, субъектов хозяйствования, создания стимулов самоорганизации производителей товаров (работ, услуг) в целях обеспечения более ответственного поведения указанных производителей в отношениях с потребителями, формирования профессиональных сообществ, основанных на принципах саморегулирования, самоограничения и самоорганизации и обеспечивающих выработку стандартов, отвечающих профессиональным и публичным интересам, а также путем применения механизмов контроля за соблюдением установленных

ими требований.

Дальнейшее развитие системы саморегулирования в Российской Федерации, на основе совершенствования механизмов саморегулирования, по мнению авторов данного исследования, позволит обеспечить необходимый уровень профессионального представительства бизнес сообщества в диалоге с

органами государственной власти в вопросах защиты своих интересов и прав, а с потребителями произведенной продукции - в вопросах защиты их прав. Кроме того, позволит персонифицировать наиболее авторитетных и компетентных участников рынка – представителей профессионального предпринимательского сообщества.

Вдовенко Евгений Олегович, соискатель кафедры экономической теории РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Кукушкин Игорь Григорьевич к.э.н., доцент кафедры экономической теории РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Алексеев В.В., Вдовенко З.В. Государственный контроль и надзор в современной России // Успехи в химии и хим. технологии: Сб. науч. тр. РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2015. Т. 29. Вып. 5. С. 10 – 12.
2. М. Абызов М. Материалы III Международной конференции: Практическое саморегулирование. Торгово-промышленной палаты (ТПП) Российской Федерации. 02.12.2015. Выступление Министра Российской Федерации по вопросам Открытого правительства.
3. Вдовенко З.В. Формирование системы эффективного управления предприятиями химического комплекса региона в рыночных условиях. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Москва, 2005. 264 с.
4. Вдовенко З.В., Андреева И.А. Особенности методологии управления корпоративными структурами в современном обществе // Менеджмент в России и за рубежом. № 6. С.10–17.
5. Корсун А.В., Вдовенко З.В., Кукушкин И.Г. Социальная ответственность как основополагающий фактор устойчивого развития промышленного предприятия в рыночных условиях // Менеджмент в России и за рубежом. 2013. № 2. С. 54–62.
6. О внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации по вопросам обеспечения информационной открытости саморегулируемых организаций. Федеральный Закон № 113–ФЗ от 07.06.2013.
7. О Концепции совершенствования механизмов саморегулирования. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2776–р от 30.12.2015.
8. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями. Федеральный закон № 240-ФЗ от 27.07.2010. Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/12177615/#ixzz49Bv7U6F7> (дата обращения 27.03.2016).
9. О саморегулируемых организациях. Федеральный закон № 315 от 01.12.2007. – ФЗ (с изменениями и дополнениями. Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/12157433/#ixzz40pWIFCP8> (дата обращения 27.03.2016).
10. Херсонцев А. Материалы III Международной конференции: Практическое саморегулирование. Торгово-промышленная палата (ТПП) Российской Федерации. 02.12.2015. Выступление Директора Департамента государственного регулирования в экономике Минэкономразвития России А. Херсонцева.

Vdovenko Evgeniy Olegovich, Kukushkin Igor Grigorjevich*

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

*e-mail: kafekonom@muctr.ru

INSTITUTE OF SELF-REGULATION IN INDUSTRY

Abstract

The article analyzes the self-regulatory institution, the state and the main directions of reforming the system of self-regulation to improve property accountability mechanisms to ensure that self-regulation of subjects and suggests possible solutions to major problems in the self-regulation system.

Keywords: self-regulation mechanisms; management instruments; entrepreneurial activity.

УДК 332.05

М. А. Эдаси, Е. О. Вдовенко*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, д. 9

*e-mail: kafekonom@muctr.ru

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье рассмотрены основные направления государственного регулирования предпринимательской деятельности. Сегодня в странах с развитой рыночной экономикой происходит переоценка функций и роли государства, направленная на синтез нового типа государственного регулирования, основанного на преобладании косвенных путей вмешательства государства в экономику и на более тесном, органическом переплетении государственных и частных интересов в экономике. В современных условиях происходит усиление государственного регулирования во многих сферах и содействие развитию предпринимательства, меняются организационные формы взаимодействия государственных органов с субъектами частного бизнеса, происходят существенные сдвиги в целях, сочетании государственного и рыночного механизмов регулирования.

Ключевые слова: предпринимательская деятельность, государственное регулирование, субъект предпринимательской деятельности, регулирование предпринимательской деятельности

На современном этапе развития национальной экономики предпринимательская деятельность регулируется предпринимательским правом. Предпринимательство в России, как крупное, так и мелкое, сталкивается со значительными трудностями и со значительными рисками. Государство должно заботиться об обеспечении товарно-денежного и бюджетного равновесия посредством финансовой, налоговой, процентной политики и управления денежной эмиссией.

Необходимым аспектом деятельности государства должно стать сочетание текущих и перспективных направлений развития экономики: структурно-инвестиционной политики и научно-технической политики; содействие долговременному росту накопления капиталов и стабильному развитию, сдерживанию инфляции экономическим путем, снятию ограничений административного регулирования хозяйственной сферы деятельности.

Государственное регулирование предпринимательской деятельности направлено на обеспечение соблюдения норм трудового законодательства, регулирование частного найма и порядка оплаты труда, а также поддержание социального равновесия и приемлемого для большинства населения уровня дифференциации и распределения доходов.

Предпринимательская деятельность – это специфическая система хозяйствования, главным субъектом которой является сам предприниматель, как носитель особых прав и обязанностей. Субъект предпринимательства в процессе своей деятельности стремится к максимально рациональному соединению материальных и человеческих ресурсов (интеллектуальных, трудовых и пр.), организует процесс производства, планирует и координирует его с учетом предпринимательского риска, ответственности и ожидаемой прибыли.

Современное российское предпринимательство развивается в условиях формирующегося в России

свободного рынка товаров, работ и услуг, а также бурных технических, научных, информационных преобразований в различных отраслях экономики [1].

Для понимания природы предпринимательства многое сделали Людвиг фон Мизес, Фридрих Август фон Хайек и другие представители австрийской школы экономистов. Они рассматривали предпринимательство в качестве одного из основных ресурсов экономики наряду с природными факторами: землей, трудом, капиталом, информацией и временем. [7]

Важнейшей функцией государственного регулирования предпринимательской деятельности является прогнозирование экономической ситуации в стране. Прогноз носит подзаконный характер, не обеспечивается финансированием; планирование (план-закон принимается законодательным органом и имеет высшую юридическую силу, обязательное исполнение, ответственность за неисполнение); нормативное регулирование; методическое руководство; подбор и расстановка кадров; материально-техническое обеспечение; финансирование; информационное обеспечение; оперативное управление собственностью; учет и контроль [5].

В настоящее время административное регулирование предпринимательской деятельности проводится государством в трех направлениях использования административных инструментов. Первое направление связано с созданием предприятия Его регистрация, лицензирование, аттестация, аккредитация. Второе направление связано с организацией доступа на рынок продукции предприятий (подтверждение соответствия, в формах декларирования и сертификации). И, наконец, третье направление административного регулирования - это контроль над оборотом продукции на рынке.

Помимо указанных направлений государственного регулирования предпринимательской деятельности, существуют и

иные направления, и формы государственного регулирования деятельности хозяйствующих субъектов: обеспечение качества товаров (работ, услуг), охрана окружающей среды, выполнение правил санитарно-гигиенической, противопожарной и иной безопасности.

С точки зрения содержания государственного регулирования предпринимательской деятельности, охватываются регулирование конкретной организационной и хозяйственной ситуации, антимонопольное регулирование, налоговое регулирование, бюджетное регулирование и правовой режим оказания материальной и организационной поддержки хозяйствующим субъектам и потребителям. Все остальные организационные формы государственного регулирования предпринимательской деятельности носят избирательный характер – создание и организация деятельности специальных хозяйствующих и управленческих субъектов. [2]

На наш взгляд, центр тяжести в регулировании предпринимательской деятельности в современных условиях развития общества переместился к активному участию государства в организационно-хозяйственном регулировании производства. Процесс формирования системы управления промышленным комплексом напрямую связан с наличием интересов, либо противоречий различных групп на различных уровнях управления, что предполагает их сосуществование, поиск устойчивого компромисса различных интересов.

Итак, рассматривая проблему устранения противоречий в интересах, присущих государству, предпринимательству, нами ранее было выявлено, что для успешного функционирования и развития бизнеса государство способствует созданию цивилизованной конкурентной среды.

Вместе с тем, промышленные предприятия, бизнес сообщество, независимо от форм собственности, встроены в систему государственной власти, которая видит в их деятельности поддержку политического режима, источник налоговых поступлений, гаранта социальной стабильности; собственники предприятий решают проблемы поиска рынков сбыта, минимизации издержек, уплаты налогов, конкуренции на рынке. Однако, в связи с наличием своих интересов, для предпринимателей свойственно уклоняться от выполнения социальных обязательств.

Эффективное развитие бизнеса должно быть тесным образом увязано взаимными интересами: органов государственной власти по воссозданию и расширению внутреннего рынка, цивилизованными рыночными отношениями, социально-экологическими интересами и интересами собственников. Иными словами, необходим процесс синтеза противоположных интересов, а именно: бизнеса, государства, общества. Направленную на сосуществование в единой эффективной рыночной системе с развитой институциональной инфраструктурой, которая должна включать не только механизмы соблюдения договорных

отношений, защиту прав частной собственности, в том числе и политику в области конкуренции, институт банкротства, и механизмы регулирования воспроизводства промышленного капитала, социально-экономического развития, стимулы инвестирования в предпринимательскую деятельность и многое другое. [4]

Таким образом, осуществляется структурная перестройка, либо модернизация, либо инновационное развитие производства, предпринимательства. В этом случае предполагается создание новых отраслей, ориентированных на экспорт, модернизацию традиционных отраслей, повышение конкурентоспособности продукции экспортных отраслей и отдельных видов производств, поиск и использование возможностей долгосрочного обеспечения производства гарантированными источниками поступления сырья, топлива, полуфабрикатов, укрепление положения в приоритетных и наиболее прогрессивных отраслях экономики, ориентация их на обслуживание экспортного производства.

Необходимо отметить, что государственное регулирование все более направлено на повышение эффективности производства. Акцент при этом переносится с регулирования спроса на регулирование предложения.

Существенные изменения произошли и в механизме регулирования. Важнейшей формой государственного регулирования предпринимательской деятельности стало включение в программы долгосрочного развития экономики основных направлений структурной перестройки промышленности с ориентацией на экспортную специализацию.

Кроме того, в процессе исследования, нами было выявлено, что на современном этапе развития общественных отношений в условиях перехода к информационным технологиям имеют место глубокие преобразования в мировом масштабе в различных секторах экономики. Вместе с тем, в сфере промышленного производства требуются значительные объемы капиталовложений, техники и человеческих ресурсов.

Уровень и структура общественного капитала влияют на способность стран к созданию крупных высокотехнологичных корпораций, поэтому неслучайно, что США, Германия, Япония, Китай, где приоритетны общенациональные ценности, лидируют в области новейших технологических разработок и их внедрения в промышленность.

В Европейских странах, например, Франции, Италии, где имеет место высокий удельный вес мелких и средних фирм, уровень научных разработок значительно ниже. Крупные предприятия возникают и процветают, как правило, при поддержке государства, что подтверждается тенденциями последних лет в развитии промышленного сектора экономики. [3]

Государственная политика регулирования экономики направлена на всестороннее обслуживание потребностей предпринимателей, и в частности, по

административному надзору и нормативному регулированию производства. На современном этапе развития нормативное регулирование распространилось на новые области, такие как: безопасность продукции (продовольственных и фармацевтических товаров), разработка и внедрение унифицированных национальных стандартов качества (в том числе и стандартов безопасности продукции).

С целью сдерживания производства и расточительного потребления применяются меры прямого и косвенного регулирования: нормативные стандарты качества продукции, налоговое стимулирование инвестиций, косвенные налоги на потребителей.

Важным инструментом финансового регулирования предпринимательской деятельности является предоставление прямых кредитов и субсидий, в первую очередь на обновление и совершенствование производственного аппарата компаний за счет государственных средств. Эти средства применяются тогда, когда частный бизнес не в состоянии самостоятельно вывести, то или иное звено национального производства из полосы затруднений.

Кроме того, все большее значение приобретают программы льготного кредитования и субсидирования определенных отраслей, гарантирования займов, меры по поддержанию или сдерживанию роста отраслевых цен в сочетании с протекционистской импортной политикой и другими средствами стабилизации рынка. Регулирование процентных ставок по депозитам и ссудам на рыночной основе предполагает, что частному бизнесу обеспечивается большая свобода выбора условий и способов финансирования.

При выборе средств государственно-правового воздействия на рыночные отношения имеет значение экономическая среда (внешняя и внутренняя), в которой действует хозяйствующий субъект. Государственно-правовому регулированию в большей степени подвержены факторы внешней экономической среды следующих категорий: характер рыночных отношений, характер правовых связей между хозяйствующими субъектами, общесоциальные факторы, общеэкономические условия, общеполитические факторы.

Контроль и последующее государственное регулирование предпринимательской сферы осуществляется либо на прямой основе, либо косвенно. На практике трудно отдать предпочтение какому-либо виду, так как косвенный контроль проявляется иногда как весьма эффективное средство. К нему относятся: система льгот и налогов, ценовая политика, регулирование занятости населения, профессиональной подготовки, влияние на развитие инфраструктуры, информационное обеспечение.

К прямому государственному контролю и регулированию относят: финансовый, экологический, санитарный, пожарный, за мерой весов и денежной единицы, за качеством и сертификацией продукции.

Прямое регулирование осуществляется путем предъявления предпринимателям обязательных требований. Такие требования содержатся в законах. Так, например, требование ведения бухгалтерского и налогового учета. Кроме того, требования могут предъявляться в виде предписаний, иных решений, адресованных конкретным предпринимателям.

Суть косвенного регулирования заключается в том, что государственное воздействие осуществляется через интересы. Соответствующего поведения от предпринимателей государство добивается не прямым воздействием государственных инструментов управления, когда применимы санкции к нарушителям предписаний, а экономическими методами, либо стимулами.

Косвенными методами являются различные формы поддержки предпринимателей, включая субъектов малого предпринимательства (налоговые льготы, налоговые кредиты, государственная помощь в виде субсидий, субвенций, предоставление кредитов на льготных условиях за счет бюджетов различных уровней, государственных гарантий лицам, получающим кредиты в банках для реализации инвестиционных проектов, предоставление скидок по арендной плате лицам, в предпринимательской деятельности которых государство, регион, муниципальное образование заинтересованы, и проч.). [6]

На практике и в теории, характер отношений между государством и субъектом предпринимательской деятельности представляется как партнерство. На самом же деле это не так, где государство выступает в качестве политической и властной структуры, его "партнеры" вынуждены следовать воле государства, где последнее выступает в качестве субъекта предпринимательской деятельности, – идет конкурентная борьба. Вместе с тем государство и субъект предпринимательской деятельности зависят друг от друга, взаимно дополняют друг друга в решении общенациональных задач.

Российское законодательство закрепляет и гарантирует все формы собственности и их равенство. Принципы государственного управления: народовластие, подзаконный характер действия (на основе закона), распорядительный характер (исполнительная власть – материальные ресурсы), юридически властный характер, разделение властей, федерализм (центр – регион).

Следует отметить, что на современном этапе развития рыночных отношений в государстве отсутствует взаимосвязь между экономическими и административными методами управления.

Кроме того, названные методы не реализуются, без правовой формы, так как государственное регулирование экономической деятельности хозяйствующих субъектов носит подзаконный характер. Суть общего государственного регулирования заключается в том, что для всех хозяйствующих субъектов устанавливаются единые правила поведения на рынке, соблюдение которых

проверяется компетентными государственными органами.

Специфика вида деятельности учитывается в процессе государственного регулирования, например, особенности сельскохозяйственного производства, подверженного влиянию стихийных явлений природы, научно-технической деятельности, которая в силу особо рискованного характера (риск получения отрицательного научного результата, сложности во внедрении научно-технических результатов) нуждается в государственной поддержке. Предприниматель обязан представлять в установленном порядке бухгалтерскую и налоговую отчетность.

Указанные обязанности реализуются в рамках конкретного правоотношения, которое возникает для предпринимателя "автоматически", поскольку есть соответствующие обстоятельства - юридические факты (ведение предпринимательской деятельности, наступление события - отчетного периода - для

возникновения обязанности представить бухгалтерскую, налоговую отчетность).

В государственном законодательстве указываются только общие ориентиры развития, а предприниматели вольны поступать в соответствии с принципом: все, что не запрещено, дозволено. Запреты устанавливаются на те цели, которые по своей природе антигуманны и противоестественны. Вмешательство государства в сферу предпринимательской деятельности хозяйствующих субъектов обусловливается следующими обстоятельствами: предупреждением экологических катастроф и решением экологических проблем, порождаемых свободой выбора субъектами сферы экономической деятельности; борьбой с криминализацией предпринимательских отношений; предотвращением экономических кризисов, социальных потрясений; контролем над использованием общенациональных ресурсов; социальной защитой наименее обеспеченных слоев населения.

Эдаси Марина Альбертовна, магистрант кафедры экономической теории РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Вдовенко Евгений Олегович соискатель кафедры экономической теории РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Колесникова Л.А. Планирование и оценка эффективности программ развития предпринимательства // Предпринимательство в России. М., 2014 г. № 4 (11).
2. Бизнес // Российский энциклопедический словарь. / Глав. ред. А. М. Прохоров. – М.: «Большая российская энциклопедия», 2014. – С. 160 (книга 1).
3. З. В. Вдовенко. Управление промышленным комплексом. М-во образования и науки РФ, Кемер. гос. ун-т, каф. экон. теории экон. фак., Кемер. ин-т Рос. гос. торг.-экон. ун-та. Кемерово, Кузбассвуиздат. 2004. 167 с.
4. Вдовенко З.В. Формирование системы эффективного управления предприятиями химического комплекса региона в рыночных условиях; дисс. на соискание ученой степени доктора эк. наук: 08.00.05/ Вдовенко Зинаида Владимировна. – М, 2005. – 466 с.
5. О стратегическом планировании в Российской Федерации. Федеральный закон от 28.06.2014. № 172-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения 16.05.2016)
6. О внесении изменений в Федеральный закон "О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации" (16 октября 2014). URL: [http://asozd.duma.gov.ru/addwork/scans.nsf/ID/BD18528F05CBDC2643257D73003110E0/\\$FILE/624513-6](http://asozd.duma.gov.ru/addwork/scans.nsf/ID/BD18528F05CBDC2643257D73003110E0/$FILE/624513-6) (дата обращения 16.05.2016).
7. Searching for the invisible man, The Economist, The Economist Newspaper Limited. 11.3.2006. С. 67.

*Edasi Marina Albertovna, Vdovenko Evgeniy Olegovich**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow. Russia

*e-mail: kafekonom@muctr.ru

THE GOVERNMENT AS A BUSINESS REGULATOR

Abstract

The article describes the main directions of a state regulation of an entrepreneurial activity and its objectives. Today, in countries with developed market economies, there is a reassessment of functions and role of the state, aimed at the synthesis of a new type of state regulation, based on the predominance of indirect ways of state intervention in the economy and more closely, the organic intertwining of public and private interests in the fabric of a mixed economy. In modern conditions is the amplification of a state regulation and promotion of an enterprise development, changing organizational forms of interaction of state structures with subjects of private business, there are significant changes in the objectives, mechanism, management apparatus and the combination of state and market regulation mechanisms.

Key words: business activity, governmental regulation, the business entity, regulation of an entrepreneur activity.

УДК 330.34:334.01: 004.77

Л. В. Ильиных*

ОАО «Научно-исследовательский институт технико-экономических исследований (НИИТЭХИМ)», Москва, Россия

117420, Москва, ул. Намёткина, д. 14, корп. 1

*e-mail: ilinykh22@gmail.com

ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глобализация и развитие информационно-коммуникационных технологий в последние десятилетия XX века обусловили возникновение кластерной формы организации промышленного производства, пришедшей на смену форме территориально-производственных комплексов. Кластеры играют большую роль в наблюдаемом сегодня процессе неоиндустриализации мировой экономики. Четвёртая промышленная революция, как ожидается, приведёт к существенному изменению способов взаимодействия промышленного предприятия с внешней средой, и обусловит переход от территориальных кластеров к экстерриториальным, объединяющим предприятия и организации по целевому признаку.

Ключевые слова: кластер, территориально-производственный комплекс, четвёртая промышленная революция, неоиндустриализация, «Индустриальный интернет»

Возникновение глобального тренда неоиндустриализации было обусловлено принятием в последние годы рядом государств мер по обеспечению устойчивого развития национальных экономик. В самом общем виде неоиндустриализацию можно охарактеризовать процесс построения экономических систем, опирающихся на новую промышленность, отличающуюся высокой наукоёмкостью и пониженными по сравнению с «традиционной» индустрией трудо- и ресурсоёмкостью. Двумя гранями неоиндустриализации выступают промышленное возрождение в развитых странах и качественное преобразование промышленности (автоматизация, информатизация, внедрение прогрессивных технологий) в наиболее передовых развивающихся странах, в первую очередь, в Китае) [1]. К мотивам развитых стран по воссозданию промышленного производства относятся: социальное развитие (увеличение числа

высококвалифицированных рабочих мест), обеспечение защиты интеллектуальной собственности, а также развитие национальных инновационных систем с целью сохранения глобального лидерства в инновационной сфере. Мотивы развивающихся стран по преобразованию своей индустрии - необходимость повышения уровня жизни населения, улучшения условий труда и повышения доходов работников, снижения нагрузки на окружающую среду, стимулирования инновационного развития.

Индустриализация по определению сопряжена со сдвигом в структуре экономики, переходом к преобладанию в ней вторичного (обрабатывающего) сектора. Новая индустриализация предполагает доминирование в экономике четвертичного сектора («экономика знаний»), проникающего во все остальные сектора, но особенно тесно связанного с вторичным сектором, являющимся важнейшим генератором спроса на инновации (см. рис. 1).

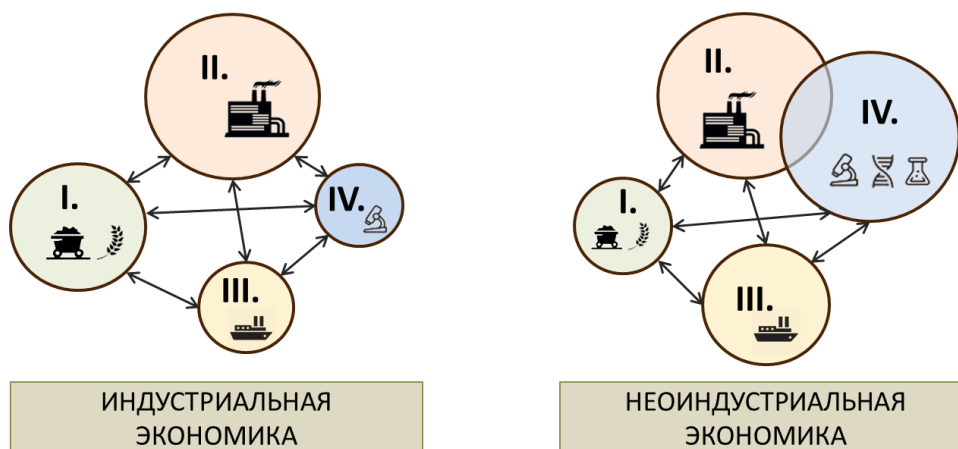


Рис. 1. Модели экономик индустриального и неоиндустриального типа в разрезе четырёх экономических секторов (I – добывающий сектор, II – обрабатывающий сектор, III – сектор «сфера услуг», IV – сектор «экономика знаний»)

Старт индустриализации европейских стран во второй половине XVIII века был положен первой промышленной революцией. Феномен новой индустриализации связан с третьей промышленной (цифровой) революцией. По мнению проф. С.С. Губанова, важнейшая черта неоиндустриализации - автоматизированные, или технотронные производительные силы [2]. Четвёртая промышленная революция, ознаменованная развитием киберфизических систем [3], очевидно, будет способствовать дальнейшему развитию неоиндустриального процесса.

В эпоху индустриализации мировой экономики по мере развития кооперационных связей между предприятиями осуществлялось формирование территориально-производственных комплексов (ТПК). ТПК капиталистических стран формировались стихийно, в районах, характеризующихся наличием большой ресурсной базы, значительного потребительского спроса или мощных транспортных узлов. ТПК в СССР и других странах командной экономики создавались планомерно, как правило, с целью развития территорий и ресурсов.

Глобализация и развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в последние десятилетия XX века сделали важнейшими факторами территориального размещения производства не близость к ресурсам и/или потребителю, но институциональные характеристики региона. Места локализации производства, в которых благодаря развитым институтам, инфраструктуре, технологиям, налаженному информационному обмену обеспечивалась повышенная конкурентоспособность субъектов хозяйствования получили название экономических кластеров [4, с. 217-219]. Экономические кластеры явили пример новой модели конкуренции, заключающейся в переходе от борьбы за ресурсы к их эффективному совместному использованию [1] и обострению конкуренции за потребителя. Одним из важнейших средств конкурентной борьбы в условиях кластерной экономики стали инновации [4, с. 230]. Следует отметить, что процесс индустриализации в т.н. новых индустриальных странах (в 1970х-1990х гг.) осуществлялся при широком использовании кластерного подхода, однако значительная часть инновационных разработок для промышленных кластеров этих стран «импортировалась» из развитых государств.

Поскольку кластерный подход позволяет обеспечить эффективное взаимодействие между элементами разных секторов экономики, хозяйственным кластерам отводится особо важная роль в процессе неоиндустриальных преобразований [1]. При этом современные неоиндустриальные кластерные системы, как можно предположить, будут иметь ряд отличий от классических индустриальных кластеров (как развитых, так и развивающихся рынков). Трансформацию индустриальных кластеров следует ожидать в связи с существенным изменением способов взаимодействия промышленного предприятия практически со всеми элементами

внешней среды (в частности, в связи с радикальным изменением отношений предприятие-потребитель, предприятие-предприятие, предприятие-исследовательская организация).

С ростом информатизации общества и увеличением возможности выбора, потребитель, как предполагается, будет отдавать предпочтения не традиционным благам (товарам, работам, услугам), но некоторым продукто-услугам (outcome-based services), дающим ему серьёзный, количественно измеримый положительный эффект [5, с. 14]. Данный эффект может выражаться в виде: экономии определённого количества сырья или энергии, увеличения срока службы оборудования, экономии времени за счёт снижения сложности эксплуатации и т.д. На рынках продукто-услуг следует ожидать жёсткой конкуренции, конкурентоспособность предприятия на таком рынке будет определяться эффективностью его интеграции с другими предприятиями в рамках цепочки добавленной стоимости, а также инновационной активностью.

Значительную роль в обеспечении эффективной интеграции промышленных предприятий, очевидно, будут играть технологии «Индустриального интернета» (направление «Интернета вещей»), позволяющие производственным единицам автоматически обмениваться между собой информацией, оптимизировать и автоматизировать большинство производственно-логистических операций, аккумулировать производственную статистику, прогнозировать технические и экономические риски [6]. «Индустриальный интернет» и другие ИКТ будут способствовать укреплению сетевой модели мировой экономики. При этом в рамках глобальной сети, очевидно будут выделяться определённые группы (конгломераты) независимых предприятий, объединённых по целевому признаку выпуска конкурентоспособных на рынке продукто-услуг. Входящие в подобный конгломерат предприятия могут быть как географически близки, так и существенно удалены друг от друга.

Инновации в эпоху четвёртой промышленной революции призваны стать решающим условием конкурентоспособности [3], при этом роль фактора близости исследовательской базы к производству, нарастающая в настоящее время [7, с. 10], в будущем может значительно снизиться в связи с совершенствованием средств коммуникации. Уже сегодня технологические платформы и иные средства взаимодействия физически удалённых друг от друга специалистов и организаций играют важную роль в стимулировании инновационных процессов. Ограничением для подобного взаимодействия могут выступить институциональные барьеры.

Таким образом, территориальная близость предприятий и организаций в эпоху четвёртой промышленной революции не будет иметь решающего значения для обеспечения их конкурентоспособности, над территориальной интеграцией будет превалировать интеграция по целевому признаку. По мере развития ИКТ, объекты

индустриальных кластеров будут преобразовываться в сетевые конгломераты, к которым, очевидно, будут присоединяться и географически удалённые от места основной локализации производства объекты. Данный факт обусловит формирование экстерриториальных кластеров, включающих в себя помимо географически близких предприятий и организаций ряд объектов из отдалённых регионов, органически связанных с первыми материальными и информационными потоками. Экстерриториальные кластеры будут представлять собой промежуточное звено между территориальными кластерами и сетями. Хотя важность сетей в мировой экономике, очевидно, будет со временем нарастать, ограниченная мобильность ряда ресурсов вряд ли позволит осуществить её полную декластеризацию. Таким образом, эволюцию форм территориальной

организации производства можно представить в виде схемы, приведённой на рисунке 2. Неоиндустриальный тренд вкупе с процессом четвертой промышленной революции, как можно предположить, окажут влияние и на принципы территориального размещения производства. Решающую роль при принятии решений о размещении производства на начальных этапах неоиндустриализации будет играть наличие «инновационных институтов». (в том числе возможностей для обмена информацией и знаниями с другими регионами и государствами). Впоследствии, по мере построения «индустрии 4.0», углубления глобализации и ликвидации институциональных барьеров, единственным руководством по размещению производства на планете, вероятно, станут принципы устойчивого развития.



Рис. 2. Эволюция форм территориальной организации производства

Ильиных Любовь Владимировна, ведущий научный сотрудник отдела внешнеэкономической интеграции химического комплекса ОАО «НИИТЭХИМ»

Литература

1. Ильиных, Л.В., Хачатуров А.Е. Особенности экономических кластеров развитого и развивающегося рынка // Менеджмент в России и за рубежом. – 2016. – № 2. – С. 3-15.
2. Губанов, С.С. Неоиндустриализация плюс вертикальная интеграция (о формуле развития России) // Экономист. – 2008. – № 9. – [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://instituciones.com>
3. Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond // World economic forum agenda. – 2016. – [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://www.weforum.org>
4. Портер. М.Э. Конкуренция: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2000. – 495 с.
5. Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services // World Economic Forum. January 2015 – [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www3.weforum.org>
6. Industrial Internet Insights // GE Digital – [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://www.ge.com>
7. Мау, В.А. Социально-экономическая политика России в 2014 г.: выход на новые рубежи? // Вопросы экономики. – 2015. – № 2. – С. 5-31.

*Ilinykh Liubov Vladimirovna**

JSC “Scientific research institute of technical and economic studies (NIITEKHIM)”, Moscow, Russia

*e-mail: ilinykh22@gmail.com

EVOLUTION OF MANUFACTURING TERRITORIAL ORGANIZATION FORMS

Abstract

Globalization process and information and communication technologies development of the last decades of the 20th century have determined the emergence of cluster manufacturing organization form, to change the previous territorial-manufacturing complexes organization form. Clusters play a big role in the up-to-day neoindustrialization process in world economy. The 4th industrial revolution is considered to change the pattern of the enterprise interaction with its environment, promoting transition from territorial economic clusters to exterritorial, uniting enterprises and organizations by the mission.

Key words: cluster, territorial-production complex, 4th industrial revolution, neoindustrialization, Industrial Internet

УДК 339.138

М. А. Цымбалов, М. А. Сиротина*, О. Ю. Егорова

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: may@muctr.ru

ЭФФЕКТИВНАЯ МАРКЕТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ИКЕА

В статье рассматриваются различные инструменты маркетинга и возможности их эффективного использования на примере компании ИКЕА. Показано, что в своей деятельности компания применяет стратегию социального маркетинга.

Ключевые слова: маркетинговые стратегии, маркетинговые исследования, продвижение товаров и услуг.

В условиях рыночной экономики ни одна вновь создаваемая или уже функционирующая организация не может быть успешной без разработки маркетинговой стратегии и проведения маркетинговых исследований. Развитие новых технологий и появление новых материалов позволяет существенно расширить спектр товаров и услуг и способствует росту конкуренции между производителями. Особенно высока конкуренция среди производителей товаров потребительского спроса и розничных торговых сетей. Чтобы занять прочную позицию на рынке и привлечь потребителей именно к своей продукции, компаниям необходимо грамотно выстраивать свою маркетинговую стратегию.

Розничная торговля России к концу 90-х гг. стала приобретать характерные черты, присущие экономически развитым странам. Появились первые супермаркеты, которые не только по названию соответствовали заявленному формату. К началу 2000 г. на потребительском рынке крупных городов стали появляться магазины розничных сетей, включая ряд международных сетей, таких, как METRO, Auchan, SPAR. Зарубежные сети принесли на рынок не только новые стандарты обслуживания, но и современные методы управления крупными торговыми компаниями, эффективную логистику, четкие требования к квалификации персонала, отработанную систему взаимоотношений с поставщиками.

Показательной является деятельность компании ИКЕА, занимающей лидирующее положение в продаже мебели и товаров для дома, как пример успешного использования эффективной маркетинговой концепции и маркетинговых инструментов.

Компания была основана в 1943 году и за годы своего существования из небольшой фирмы, торгующей канцелярскими принадлежностями, превратилась в крупнейшее предприятие розничной торговли, имеющее представительства в 43 странах мира. На российском рынке компания представлена с 2000 года. Уникальной особенностью работы ИКЕА в России является то, что магазины ИКЕА открываются в составе семейных торговых центров МЕГА. Сегодня в нашей стране работает 14 таких комплексов: три в Москве, два в Санкт-Петербурге и по одному в Екатеринбурге, Казани, Краснодаре, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Омске, Ростове-на-Дону, Самаре, Уфе. Из года в год совокупный доход

компании увеличивается. Даже в период кризиса 2008 года, охватившего весь мир, ИКЕА не только осталась на плаву, но и увеличила прибыль. Потребности всех российских магазинов компании полностью обеспечивает Дистрибьюторский центр ИКЕА, который расположен в Московской области. В России организовано и собственное производство: лесопильный завод и фабрика Сведвуд (Swedwood) в Ленинградской области и в Карелии, мебельные фабрики в Московской и Ленинградской областях [1].

Деятельность компании подчиняется единой идее, выраженной в ее миссии «Изменить к лучшему повседневную жизнь многих людей». Бизнес-идея ИКЕА заключается в том, что компания прилагает максимум усилий, чтобы предлагать покупателям товары высокого качества по доступным ценам, оптимизируя каждый этап цепочки поставок, выстраивая долгосрочные отношения с поставщиками, инвестируя средства в автоматизацию производства, а также производя товары большими объемами. Миссия затрагивает не только обустройство дома. Компания стремится изменить к лучшему жизнь всех тех людей, на которых оказывает влияние ее бизнес.

Чтобы воплотить в жизнь маркетинговые мероприятия, на предприятии созданы системы маркетинговых исследований, планирования маркетинга (стратегического и тактического); организации службы маркетинга, организационного управления, маркетингового контроля.

ИКЕА применяет систему централизованного управления. При строительстве новых магазинов ИКЕА или реконструкции старых, планирование отделов происходит согласно общему принципу. Магазин делится на три основные зоны - это выставка мебели, отделы с сопутствующими товарами и склад самообслуживания. Путь посетителей в магазинах ИКЕА начинается с выставки мебели, в которой в определенном порядке представлены различные зоны: гостиные, стеллажи, офисная мебель, кухни, столовые, спальни, ванные, гардеробы, отдел для детей и отдел кредитования, где посетители могут получить консультацию сотрудников банка. Затем посетители попадают в ресторан ИКЕА, где они могут отдохнуть и попробовать фирменные блюда ресторана. После ресторана расположены отделы сопутствующих товаров, затем склад самообслуживания. В местах, где движение покупателей меняет свое направление, расположены так называемые «горячие точки» - это

выставочные зоны, где указывается какая-либо важная характеристика представленного на них товара, к примеру, дешевизна продукта или экологичность материалов, из которых он изготовлен. Таким образом, за счет предоставления широкого спектра услуг и возможностей произвести покупку с максимальным комфортом, обеспечивается привлечение покупателей в розничные магазины. Но это далеко не единственный способ.

Компания ведет весьма разностороннюю информационную политику, открыто рассказывая о том, какие инструменты используются в ее работе, каковы основные ценности, как производится продукция, как работают дизайнеры и даже как формируется рекламная стратегия. Чтобы рассказать все о предложениях компании, используются различные каналы за пределами магазина, самый известный из которых – каталог ИКЕА, бесплатно распространяемый среди очень большого количества потенциальных покупателей. Среди других важных способов продвижения своей продукции можно отметить веб-сайт ИКЕА, рекламу в печатных и электронных СМИ, связи с общественностью.

Веб-сайт ИКЕА – мощный маркетинговый канал, привлекательный внешне и содержащий большое количество различной информации, призванной привлечь потенциальных покупателей. Сайт включает электронную версию каталога ИКЕА, описание предлагаемой продукции по разделам и весь спектр услуг, связанных с обслуживанием покупателей (поиск товара в магазине, доставка и сборка мебели), различные бонусные программы и программы кредитования, планировщики – набор программ, позволяющих пользователю самому смоделировать желаемый интерьер, и многое другое. Отдельный маркетинговый проект, размещенный на сайте – клуб ИКЕА FAMILY. Этот проект был запущен в России в 2006 году. С этого момента в клуб вступило огромное количество людей, и число членов клуба постоянно растет.

ИКЕА FAMILY используется для нескольких целей:

- привлечение покупателей с помощью клубной карты и специальных предложений магазина и ресторана;
- создание статистики покупателей и разбивка их на отдельные подгруппы;
- привлечение покупателей в магазин с помощью рассылки по электронной почте, информирующей членов клуба о новых предложениях магазина и предстоящих событиях.

Компания работает с различными телепроектами, в частности, со «Школой ремонта», предоставляя для нее свою мебель и предметы интерьера. Такой способ не прямой рекламы позволяет привлечь в качестве потенциальных покупателей широкую телеаудиторию.

На сайте компании также широко освещается социальная деятельность компании, а также деятельность в области экологии и устойчивого развития. Любой желающий может ознакомиться с подробными отчетами о деятельности ИКЕА в этих

областях. Такая политика позволяет существенно повысить доверие покупателей к компании и производимой ею продукции.

Еще одним инструментом продвижения товара и услуг компании является Social Media Marketing (SMM) – продвижение в социальных сетях. SMM-продвижение, в сравнении с другими методами, менее затратно. Оно востребовано предприятиями малого и среднего бизнеса и крупными компаниями, имеющими мировую известность, т.к. позволяет увеличить посещение сайта; продвигать бренд и новые образцы продукции; повысить известность компании; увеличить лояльность потребителей; своевременно информировать целевых посетителей о рекламных кампаниях и акциях.

Помимо оптимизации собственного сайта, при SMM-продвижении ведется работа на других, специально созданных для этого ресурсах, на сторонних сайтах и в местах интернет-общения: социальных сетях, форумах, блогах, сервисах микросообщений и др. [2]. В социальных сетях и блогах возможно создание и развитие собственных сообществ, занимающихся популяризацией бренда, а также персональный брендинг [3]. С помощью SMM сведения о бренде ИКЕА его продуктах, услугах подаются ярко и увлекательно, пробуждая интерес аудитории, и тем самым, повышая узнаваемость бренда.

Компания ИКЕА проводит разноплановые маркетинговые исследования, например, такие как:

- Brand Capital – исследование восприятия потребителями бренда ИКЕА.
- исследование уровня удовлетворенности покупателей. При этом опрашиваются как покупатели в интернет-магазине, так и непосредственно в розничном магазине, при котором покупатель оценивает свой визит в магазин;
- изучение наиболее часто задаваемых вопросов покупателей. Ежемесячно сотрудники отделов собирают информацию о наиболее часто задаваемых вопросах покупателей. Это позволяет своевременно предпринимать корректирующие действия, которые сделают процесс приобретения товаров более простым и понятным, что будет лучше соответствовать ожиданиям посетителей.

Торговая деятельность (в т.ч. и в сетевом варианте) подвержена значительному влиянию вероятностных факторов. Для развития торговли необходима определенная стабильность в наращивании товарооборота, которая может появиться только при наличии достаточного количества постоянных покупателей и с появлением новых. Инструментом, формирующим слой постоянных покупателей, является бренд, ориентирующий потребителей и стимулирующий выбор требуемого продукта. ИКЕА обладает исключительной узнаваемостью среди потребителей, с течением времени сформировался определенный имидж, известный бренд – наименование сети и ее фирменное обозначение. Кроме того, в отличие от многих других

торговых сетей, все товары ИКЕА являются собственными торговыми марками, маркированы наименованием ИКЕА, что гарантирует качество товаров и торговых услуг в данном предприятии. Выпуск товаров под своей маркой - мероприятие дорогое. ИКЕА работает как с российскими, так и с зарубежными партнерами-производителями, способными выполнить большой заказ.

ИКЕА использует комплексный, интегрированный подход в применении маркетинговых коммуникаций для продвижении продуктов и услуг, включая: прямой маркетинг (каталоги), рекламу (на телевидении, радио, интернет-рекламу, наружную рекламу), связи с общественностью (статьи о деятельности компании, взаимодействие с прессой, публикация пресс-релизов и открытых отчетов), стимулирование сбыта (акции, скидки, бонусы), программы лояльности (клуб ИКЕА FAMILY), благотворительность, а также активную информационную политику продвижения в сети интернет с использованием самых современных технологий.

Все направления и принципы деятельности компании четко и последовательно укладываются в стратегию социального маркетинга. Термин был введен теоретиком маркетинга Филипом Котлером, который обосновал необходимость применения социального маркетинга для устойчивого развития компании. Сегодня все больше корпораций начинают заниматься проблемами общества. На практике социальный маркетинг охватывает буквально все сферы деятельности компании, включая ответственность за безопасность продукции, правдивость и достоверность рекламы, объективность ценообразования. К этому направлению относятся и

благотворительность, социально ответственный подход к ведению дел, защита окружающей среды, корпоративная филантропия, большое внимание к персоналу и сплочению команды.

Благотворительный фонд ИКЕА ведет постоянную работу. Так, в 2015 год фонд вручил грант организации Water.org. Благодаря этому глобальному проекту 1 млн. жителей Индии и Индонезии получают доступ к чистой воде, водопроводу и системе канализации. В рамках благотворительной инициативы ИКЕА «Счастливое детство» фонд передал 120 млн. евро на финансирование программ помощи детям из беднейших регионов мира, чтобы обеспечить их базовые потребности - безопасный дом, здоровое детство, качественное образование и стабильный доход семьи. В рамках кампании «Чтобы жизнь беженцев стала светлее» фонд передал 23,1 млн. евро УВКБ ООН для улучшения условий жизни в лагерях для беженцев в странах Азии, Африки и на Ближнем Востоке. Фонд помогает детям из неблагополучных регионов мира получать знания. Многолетнее сотрудничество с организациями «Спасем детей» и ЮНИСЕФ и собранные 88 млн. евро обеспечили более 12 млн. детей из 46 стран возможностью получать образование. Борьба с последствиями глобальных климатических изменений также является приоритетом для фонда, постоянно действующей является программа «За гармонию с природой». Подробную информацию о работе Группы компаний ИКЕА в социальной и природоохранной сферах содержат отчеты об экологии и социальной ответственности, где также рассказывается о том, как далеко компания продвинулась на пути достижения поставленных целей.

Цымбалов Максим Андреевич, студент 4 курса Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Сиротина Майя Александровна, к.т.н., доцент кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Егорова Ольга Юрьевна, ассистент кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. Материалы сайта компании ИКЕА // www.ikea.ru (дата обращения: 15.05.15).
2. Джеффри М. Маркетинг, основанный на данных. 15 показателей, которые должен знать каждый. М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2013, 420 с.
3. Кокрум Д. Интернет-маркетинг, лучшие бесплатные инструменты М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2013, 280 с.

Tsybalov Maxim Andreevich, Sirotnina Maya Alexandrovna, Egorova Olga Yuryevna*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: may@muctr.ru

EFFECTIVE MARKETING STRATEGY BY GIVING THE EXAMPLE OF IKEA COMPANY

Abstract

Different instruments of marketing and possibilities of their effective using by giving the example of IKEA Company are considered in the article. Showed, that in its activity the Company applies the social marketing strategy.

Key words: marketing strategies, marketing researches, advancement of goods and services.

УДК 65.011

М. В. Харитонов, С. Г. Авруцкая*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: savrutskaya@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯПОНСКОЙ МОДЕЛИ МЕНЕДЖМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрены предпосылки для применения японской системы менеджмента в России, составляющие японской системы менеджмента – моральная и инструментальная. Описаны основные концепции японской системы менеджмента – кайдзен, бережливое производство и другие, которые могут быть использованы российскими предприятиями в качестве альтернативы западным подходам.

Ключевые слова: управление предприятием, японская система менеджмента, кайдзен, бережливое производство.

Начиная с 2014 года, российская экономика столкнулась с рядом серьёзных проблем. Введение санкций Европейским союзом и США, стремительное падение цен на нефть, девальвация российского рубля повлекли за собой падение товарооборота, ВВП и уровня жизни населения. Резче проявились существовавшие ранее недостатки экономики: ее сырьевая направленность, существенная зависимость от иностранного импорта и западных технологий, отсутствие сильных отраслей и высокотехнологичных производств, способных обеспечить рост в долгосрочной перспективе. Низкая производительность труда, плохое качество и высокая себестоимость выпускаемой продукции делают невозможной конкуренцию отечественных товаров на мировом рынке. Если макроэкономические проблемы можно объяснить внешними факторами, то на корпоративном уровне многие проблемы вызваны низким качеством российского менеджмента.

Становление российского менеджмента с конца 80-х годов опиралось на опыт, заимствованный в США и странах Западной Европы. Российские менеджеры получали западное образование и читали западных авторов, пытались внедрить их идеи и модели в компаниях, но Россия так и не смогла достичь того же уровня развития, даже обладая всеми необходимыми ресурсами для осуществления преобразований.

В последнее время всё больше компаний в мире начинают применять японский подход к управлению производством. Даже западный менеджмент, считавшийся эталонным на протяжении десятилетий, признал инструменты японского менеджмента, которыми можно воспользоваться для достижения конкурентных преимуществ.

Впервые о японском менеджменте заговорили в 80-х годах XX века, когда японские компании начали массовую экспансию в США. Они не могли воспользоваться мощными маркетинговыми инструментами для увеличения продаж и не имели знаменитых марок, как их американские конкуренты. Поэтому они изменили поле сражения и стали конкурировать в качестве и себестоимости продукции, победив в конечном итоге крупных игроков и захватив

большую долю американского рынка. Тогда уже американские компании начали заимствовать японский опыт управления и внедрять его в собственное производство.

В России японской системе управления долгое время не уделяли должного внимания. В то же время России следует использовать инструменты как западного, так и восточного менеджмента по ряду причин:

- Россия географически располагается и в Европе, и в Азии, поэтому она способна воспринимать опыт западной и восточной культур управления;
- Россия находится на стыке цивилизаций. Её культура формировалась на протяжении веков под сильным влиянием Востока и Запада;
- для России, как и для восточных стран, характерен коллективизм и коллективное мышление. Тем не менее, в настоящее время происходят определённые сдвиги в пользу индивидуальных ценностей;
- японский менеджмент уже активно изучается, заимствуется и адаптируется на Западе.

Рассмотрим преимущества японского менеджмента и инструменты, которые могли бы использовать российские предприятия.

Японский менеджмент условно подразделяется на две взаимосвязанные сферы: моральный менеджмент (ориентирован на человека, его мотивацию и развитие) и инструментальный менеджмент (ориентирован на создание правильных производственных процессов). Данной разделением менеджмента основывается на подходе компании Toyota [3], которая выделила два основных направления: Дао Toyota и Toyota Production System (TPS), известная на Западе под другим названием – «Lean Production», или «Бережливое производство».

В соответствии с первой составляющей японского менеджмента – ориентаций на человека, – человек является главным звеном в системе производства, любые начинания и действия исходят только от него. Он не машина и не может функционировать по тем же законам, что и производственное оборудование. Для

всех сотрудников в целом и для каждого в отдельности должен быть разработан свой подход в профессиональных отношениях. Построение крепких связей между сотрудниками, менеджментом и руководством является приоритетным направлением в любой компании и должно базироваться на трёх принципах:

- создание сильной философии, которая разделяется всеми сотрудниками без исключения и ориентирована на долгосрочное развитие;
- двусторонняя («снизу – вверх» и «сверху – вниз») коммуникация, в которой менеджмент играет связующую роль между руководством и сотрудниками;
- постоянные инвестиции в человеческий капитал, которые будут способствовать развитию сотрудников и побуждать их к карьерному и профессиональному росту.

Работа с сотрудниками складывается из последовательных этапов, от изучения сотрудника, выявления у него тех положительных и полезных для компании качеств, которые он может реализовать и развить в процессе трудовой деятельности и принести компании наибольшую выгоду, к установлению прочных контактов и доверительных отношений между руководством и сотрудниками [1]. Происходит концентрация на развитии творческих способностей сотрудников, особое внимание уделяется при этом молодым, поскольку именно они проявляют наибольшую способность к творческому мышлению и должны рассматриваться как новый импульс к развитию [2]. Контроль выполнения сотрудником своей деятельности базируется на выстраивании эмоциональных отношений между сотрудником, менеджментом и руководством, а также участии компании в формировании нового типа мышления, ориентированного на постоянное сотрудничество и непрерывное улучшение [1].

Описанная стратегия развития сотрудников универсальна и может применяться повсеместно, однако должна быть адаптирована под конкретные условия внедрения, например, на пилотных площадках, прежде чем распространять практику на всю компанию в целом.

Инструментальная часть японской системы управления – ориентация на создание правильных процессов – должна внедряться только после реализации моральной части, так как необходимо подготовить людей к предстоящим изменениям в производственных процессах, сформировать подходящую культуру производства и внедрить в корпоративное мышление философию, соответствующую поставленным целям и задачам развития предприятия.

При создании правильных процессов используются следующие инструменты.

1. Реализация концепции «бережливого производства». Инструменты бережливого производства многократно описаны. Их ценность в том, что они обеспечивают слаженность работы и превращают производственную систему в единый

функционирующий организм, обеспечивая при этом бесперебойное и высококачественное производство продукции. Помимо этого, бережливое производство направлено на ликвидацию основных видов потерь на производстве [4].

Особого внимания заслуживает кайдзен, или непрерывное совершенствование [5]. Концепция кайдзен сформировалась в 80-х годах XX века. В её основу легло совершенствование, в котором участвуют все: от генерального директора до рабочего. Для реализации кайдзен в компании необходимо вовлечение высшего руководства, создание политики в области внедрения кайдзен и графиков внедрения стратегии. При этом внедрение должно идти постепенно, поступательными движениями, плавно переходя от одного этапа к другому, сопровождаясь доведением политики в области кайдзен до рабочих и менеджмента организации, поскольку именно они становятся в обозримом будущем главными участниками и инициаторами внедрения.

В компании кайдзен становится хорошим двигателем развития наряду с инновациями. Но, в отличие от инновационной стратегии, кайдзен не требует для осуществления крупных капиталовложений, современного оснащения и продвинутых технологий и связан с малыми рисками. Для его применения достаточно семи инструментов контроля качества: диаграммы Парето, диаграммы причин и результатов, гистограммы, контрольные карты, диаграммы рассеивания, графики и контрольные листки. Более того, иногда можно добиться желаемого результата просто за счет здравого смысла.

2. Долгосрочный наём сотрудников вместо пожизненного.

В России ввиду низкой внутренней мобильности населения, ограниченного числа предприятий в регионах и высокого количества родственных связей внутри организации для многих сотрудников характерна продолжительная работа на одном предприятии. Поэтому в российских организациях необходимо создавать условия для долгосрочной занятости сотрудников.

3. Система кадровой ротации.

Учитывая, что долгий труд на одном рабочем месте снижает интерес к работе, препятствует профессиональному росту и подавляет инициативу работника, необходимо введение на российских предприятиях системы кадровой ротации. Это будет способствовать более широкому представлению работников о различных аспектах деятельности предприятия, возможности ставить для себя новые цели и стремиться к их достижению. Данный подход особенно эффективен по отношению к молодым работникам, у которых есть потенциал и желание расти и развиваться.

4. Подготовка на рабочем месте.

Сегодня в российских компаниях при приёме на работу большое внимание уделяют наличию опыта работы в конкретной области и специальных профессиональных знаний. Таким образом компании теряют потенциально способных и талантливых

работников. Переход к критериям найма, основанным на наличии широкого кругозора, способности учиться и работать в коллективе, обучение в компании, поддержка становления сотрудника внутри организации будут способствовать более полному использованию потенциала работников для роста и развития вместе с компанией.

5. Специальная система оплаты труда.

В российских организациях желательное применение стимулирующих методов оплаты труда, которые включают «плавающие» оклады, распределение вознаграждения между работниками на основе экспертной оценки, бестарифную оплату труда. Эти формы оплаты оказывают мотивирующее воздействие на поведение людей в организации, что благоприятно влияет как на сотрудников, так и на компанию [5].

Описанное разделение на моральное и инструментальное направления способствует более глубокому пониманию функционирования японского менеджмента, помогает разобраться в деталях и понять работу каждого инструмента как в отдельности, так и в совокупности с другими [6].

Существующая на многих предприятиях России практика управления восходит ко временам СССР и давно перестала быть актуальной в условиях рыночной

экономики. Тем не менее, некоторый опыт советских времён может быть полезен, так как отдельные его элементы – такие как дух коллективизма, уважение к человеку труда – присутствуют и в восточном, в частности в японском, менеджменте.

Сегодня России необходимо создать своё «экономическое чудо», осуществить прорыв в экономике, перейдя к производству высокотехнологичной продукции и рациональному использованию материальных и человеческих ресурсов, тем самым укрепив свои позиции на мировом рынке, а также осознать ведущую роль менеджмента в развитии предприятий – он должен играть в организации роль связующего звена и создавать благоприятные условия для функционирования и развития как организации, так и работающих в ней сотрудников. Для этого российские компании могут воспользоваться опытом японской системы управления, которая является наиболее перспективным путём развития ввиду концентрации на снижении потерь, издержек, себестоимости единицы продукции, повышении качества и создании благоприятной среды для непрерывного совершенствования людей и производственных процессов.

Харитонов Михаил Владимирович, студент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Авруцкая Светлана Гарровна, к.х.н., доцент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Лайкер Дж. Корпоративная культура Toyota: Уроки для других компаний / Джеффри Лайкер, Майкл Хосеус ; Сокр. Пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Паблишер, 2015. – 354 с. ISBN 978-5-9614-4995-2
2. Мацусита К. Миссия бизнеса / Коносукэ Мацусита; Пер. с англ. – 4-е изд. – М.: АЛЬПИНА ПАБЛИШЕР, 2014. – 189 с. ISBN 978-5-9614-4680-7
3. Лайкер Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри Лайкер; Пер. с англ. – 10-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 400 с. ISBN 978-5-9614-5291-4
4. Авруцкая С.Г., Копылова А.Д. Бережливый учет: базовые показатели эффективности для отражения преимуществ бережливого производства // Вестник РХТУ им. Д.И.Менделеева: «Гуманитарные и социально-экономические исследования: в 2 т. Том 2. Социально-экономические исследования. Вып. IV. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. С. 18-27.
5. Имаи М. Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний / Масааки Имаи; Пер. с англ. – 8-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 274 с. ISBN 978-5-9614-5387-4
6. Хачатуров А.Е., Гуревич Е.А. О возможности прямого заимствования опыта японского менеджмента в России // Финансовый менеджмент, 2001. №6. Режим доступа: <http://dis.ru/library/detail.php?ID=22463>

*Kharitonov Mikhail Vladimirovich, Avrutskaya Svetlana Garrovna**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: savrutskaya@mail.ru

USING JAPANESE MANAGEMENT SYSTEM TO INCREASE PERFORMANCE OF RUSSIAN ENTERPRISES

Abstract

The preconditions for the implementation of the Japanese management system in Russia are discussed, as well as the major components of the Japanese management system, moral and instrumental. The basic concept of the Japanese management system - kaizen, lean manufacturing and others are considered as they can be used by Russian companies as an alternative to Western approaches.

Key words: enterprise management, Japanese management system, kaizen, lean manufacturing

УДК 338.439

Д. В. Чепраков, С. Г. Авруцкая*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

* e-mail: savrutskaya@mail.ru

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Рассмотрено текущее состояние молочной промышленности в России в условиях кризиса и экономических санкций. Выделены факторы, влияющие на производителей молочной продукции, основным из которых является недостаточное производство сырого молока в России. Рассмотрены меры государственной поддержки молочного производства и деятельность компаний по обеспечению производства сырьем.

Ключевые слова: молочная промышленность, молочное сырье, экономические санкции, импортозамещение.

Молочная отрасль как часть пищевой промышленности является системообразующей в экономике России. В цепочке по созданию конечного продукта участвуют как производители и переработчики молока, так и логистические, дистрибьюторские компании и другие обслуживающие предприятия. Общее количество предприятий по производству, переработке и логистике в молочной отрасли превышает отметку в 20 тыс., при этом количество задействованного населения стремится к 1,5 млн. чел., что составляет 2% от всего работающего населения страны. Молочная продукция составляет до 15% оборота российских розничных сетей.

Молочная продукция содержит необходимые для развития человеческого организма питательные вещества и микроэлементы, что делает её незаменимым продуктом питания. Рекомендуемая Министерством здравоохранения РФ норма потребления составляет 320-340 кг/чел в год. Такой уровень потребления соблюдался еще в начале 90-х годов, однако с тех пор существенно снизился вследствие появления новых продуктов и изменения вкусовых предпочтений россиян, с одной стороны, и падения покупательной способности населения, с другой стороны. В 2015 г. потребление молочной продукции составило 250 кг/чел. в год [8], при этом структура производства и потребления изменилась в сторону продуктов с большей пищевой ценностью и добавленной стоимостью.

Продукция молочной промышленности является стратегически важной. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности России [3], удельный вес молока и молокопродуктов отечественного производства на внутреннем рынке должен составлять не менее 90%. В 2015 г., вследствие введения экономических санкций, доля импортной молочной продукции в рознице сократилась до 8% [8]. В то же время, при доле в 6% в общемировом объеме производства сырого молока, Россия сама обеспечила себя молочным сырьем только на 75%. При этом производственные мощности перерабатывающих предприятий загружены на 60-70% [9].

На деятельность предприятий по производству молочной продукции влияет целый ряд факторов. Первый и самый значимый – это зависимость

отрасли от поставщиков сырья, которая, в свою очередь, обусловлена спецификой и современным состоянием животноводческой отрасли. Недостаток инвестиций с начала 90-х годов привел к сокращению поголовья молочного скота и, как следствие, к падению производства молока. В то же время сроки окупаемости новых инвестиций велики, для восстановления поголовья молочного скота потребуются годы. К другим особенностям производства молочного сырья можно отнести:

- высокую себестоимость российской продукции за счет дорогих кредитов и других ресурсов (ГСМ, корма) при конкуренции по цене со стороны импортной продукции, поддерживаемой государствами-импортерами;
- непривлекательность отрасли для молодых специалистов, большинство выпускников аграрных университетов не идут работать по специальности;
- отсутствие единого подхода к контролю качества используемых кормов и семян;
- высокая зависимость от климатических и природных факторов, таких как засуха, нашествие саранчи, что уменьшает кормовую базу для животных;
- сезонность – зимой надои молока меньше чем летом, при этом спрос на молочную продукцию выше.

Производство молочных продуктов само по себе является капиталоемким, инвестиции имеют длительные сроки окупаемости, что приводит к увеличению горизонта планирования и делает его долгосрочным. При планировании руководству предприятий необходимо закладывать в стоимость предстоящих мероприятий большое количество рисков, что отражается на стоимости конечного продукта.

Производство продуктов питания, в частности, молочной продукции, является объектом регулирования со стороны государства. Нормативно-правовая база по надзору и контролю за производством продуктов питания в молочной промышленности включает ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» [1], который определяет требования к организации производства молочной продукции, ФЗ «Технический регламент

на молоко и молочную продукцию» [2], который предъявляет требования к составу, упаковке и маркировке готовой молочной продукции. Строительство молочных заводов, организация производственных процессов, физическое состояние персонала, качество конечного продукта должны соответствовать нормам, устанавливаемым СанПиНом [6]. Немаловажную роль играют международные и государственные стандарты обеспечения качества молочной продукции, разрабатываемые международными лабораториями по стандартизации и сертификации. Соблюдение этих требований обеспечивает качество и безопасность конечного продукта, однако требуют затрат, которые в конечном итоге ложатся на потребителя.

Еще одним аспектом регулирования со стороны государства является отнесение молока к перечню продовольственных товаров первой необходимости, в отношении которых могут устанавливаться предельно допустимые розничные цены [4].

К другим особенностям отрасли относится малая транспортабельность сырья в связи с короткими сроками его хранения. Это вызывает необходимость размещения предприятий в зонах с минимальным радиусом перевозок сырья между производственными и перерабатывающими предприятиями (до 50 км), с одной стороны, и вблизи городов, где проживает основная масса потребителей молочных продуктов, с другой стороны.

Введение в 2014 г. ответных экономических санкций против стран ЕС, США и других государств имело ряд последствий для отрасли. Целый ряд иностранных компаний, не имевших собственных производств в России и полагавшихся на импорт (в том числе по отдельным позициям, как сырьевым – сухое молоко, так и готовой продукции – твердые сыры) были вынуждены уйти с рынка. Это создало возможность импортозамещения за счет роста производства российских и локализованных иностранных компаний. Как уже упоминалось, доля импорта в рознице в натуральном выражении снизилась по сравнению с пиковым 2013 г. втрое [8], при этом основным импортером стала Беларусь.

Девальвация рубля и снижение покупательной способности населения вследствие экономического кризиса привели к снижению потребления молочной продукции, причем главным образом в высокоценовом сегменте. В то же время интерес к здоровому образу жизни, изменение вкусовых предпочтений россиян и широкий ассортимент инновационной молочной продукции в рознице свидетельствуют о сохраняющемся потенциале роста молочной промышленности.

В прогнозе социально-экономического развития РФ на 2016 и на плановые 2017-2018 годы [7] ожидается улучшение экономической ситуации в России, с последующим укреплением рубля, снижением инфляции с 12,2% в 2015 году и до 6,4% в 2016 году, сокращением импорта, повышением покупательной способности населения.

Положительные изменения в экономике приведут к увеличению объемов производства молока в натуральном выражении на 0,3% в 2016 г., на 0,6% в 2017 г. и на 0,7% в 2018 г., до отметки в 31,3 млн. т [10].

Для обеспечения этого роста и поддержки производителей и переработчиков молока Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы [5] предусматривает инвестиции в перерабатывающую промышленность в размере 99,7 млрд. руб. Производителям молочного сырья в 2015 году было выделено 27 млрд. руб. Господдержка предусмотрена и по другим направлениям, связанным с молочным производством: растениеводство, малые фермерские хозяйства и прочие.

Но проблема недостатка молочного сырья может решаться не только на уровне государства, но и непосредственно предприятиями, участвующими в производстве молочной продукции. Создание постоянного поставщика молочного сырья внутри страны позволит компаниям стать менее зависимыми от импорта и политической ситуации. И такие проекты уже имеются.

Так, одна из иностранных компаний – лидеров российского рынка, АО «Данон Россия» совместно с ГК «Дамате» в 2013 году начала проект по строительству в Тюменской области комплекса на 4600 коров, который ежегодно будет давать 44,7 тыс. т молока. Финансирование проекта ведется в основном за счет собственных средств ГК «Дамате» и инвестиций АО «Данон Россия». Все произведенное молоко будет реализовываться на соседние перерабатывающие заводы компании АО «Данон Россия». Таким образом строительство комплекса позволит получить достаточное количество сырьевого молока для производства молочной продукции [10].

Другим направлением развития сырьевой базы является поддержка фермерских проектов. АО «Данон Россия» отбирает производителей молока с высокими производственными показателями и хорошей финансовой устойчивостью и выплачивает им авансовые платежи за молочное сырье, которые производители могут потратить на приобретение нового оборудования или сырья. В свою очередь, компания-производитель молока обязуется закупить не менее 200 коров и обеспечить определенные поставки молока по фиксированной цене в течение года. В условиях подорожания кредитов производители молока готовы идти на сотрудничество такого формата. Переработчики молока тоже получают выгоду от таких проектов, обеспечивая себя нужными объемами товарного молока по фиксированной цене. В рамках данной программы АО «Данон Россия» в 2014 году профинансировало 14 проектов по закупке коров на сумму 730 млн. руб. В 2015 году было выделено еще

800 млн. руб. на финансирование еще 10 проектов [10].

Проблема дефицита сырья может решаться также путем внедрения на предприятиях молочной отрасли системы ресурсосбережения. В условиях дефицита сырого молока более эффективно использовать сырьевые ресурсы в производстве молочной продукции позволят:

- совершенствование технологического процесса для более полного и глубокого использования сырьевых ресурсов, что позволит из прежних объемов сырья получать больше готовой продукции;
- направление на повторную переработку нестандартной продукции для производства

из нее других видов продукции, соответствующей стандартам качества;

- использование отходов производства, с частности, молочной сыворотки, для производства других видов продукции.

Сочетание мер государственной поддержки и усилий компаний позволит сохранить продовольственную безопасность страны, обеспечить население России высококачественной молочной продукцией в необходимом количестве, снизить зависимость от импорта, внедрить передовые ресурсосберегающие технологии.

Чепраков Дмитрий Владимирович, студент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Аврутская Светлана Гарровна, к.х.н., доцент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и менеджмента РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Федеральный закон от 02.01.2000 N 29-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О качестве и безопасности пищевых продуктов".
2. Федеральный закон от 12.06.2008 N 88-ФЗ "Технический регламент на молоко и молочную продукцию".
3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации на период до 2020 г. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.
4. Перечень отдельных видов социально значимых продовольственных товаров первой необходимости, в отношении которых могут устанавливаться предельно допустимые розничные цены. Утвержден Постановлением Правительства РФ от 15 июля 2010 г. № 530
5. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы. Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. N 717.
6. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.4.551-96 "Производство молока и молочных продуктов".
7. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов, <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depMacro/20151026>
8. А. Щербаков. Веселей, молочники, выпало вам! Обзор российского рынка молочной продукции // Российский продовольственный рынок, № 3, 2016.
9. Молочная отрасль-2015 : [справочник] / сост.: А. С. Белов, А. А. Воронин, М. Э. Жебит [и др.]. – Москва : Национальный союз производителей молока, 2016. – 380 с.
10. Е. Домброва. Danone поддержит 10 фермерских проектов на 800 млн рублей // Деловой Петербург, 7 апреля 2015 г.

*Cheprakov Dmitriy Vladimirovich, Avrutskaya Svetlana Garrovna**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: savrutskaya@mail.ru

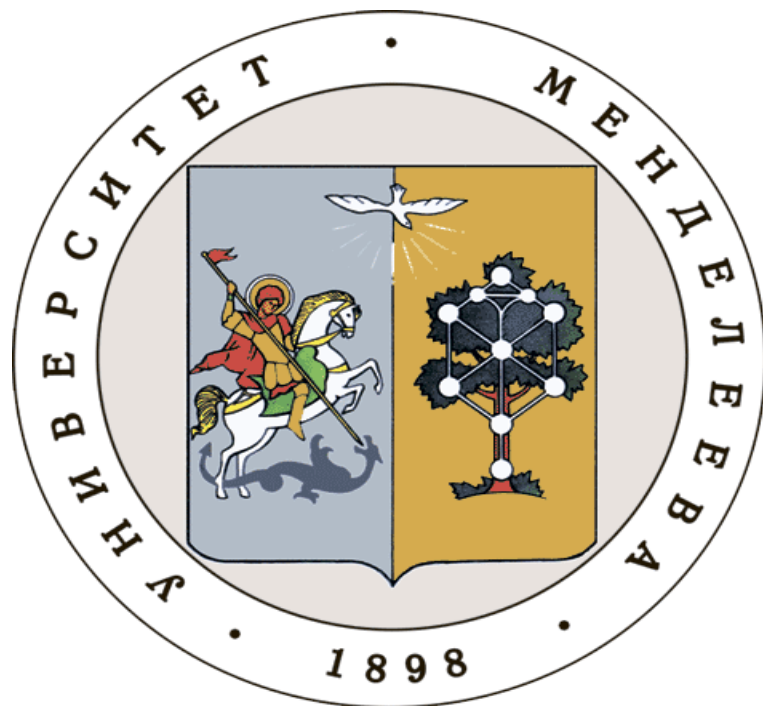
CURRENT PROBLEMS OF DAIRY INDUSTRY IN RUSSIA

Abstract

The review of current situation on the dairy industry in Russia under economic crisis and economic sanctions is provided. Key factors influencing dairy products manufacturers are considered, the major one being shortage of raw milk in Russia. Government support to manufacturers of dairy products is discussed, along with activities of businesses on optimizing their supply chain.

Key words: dairy industry, raw milk, economic sanctions, import substitution.

**Российский химико-
технологический
университет
имени Д.И. Менделеева**



При поддержке

**Российского химического
общества им. Д. И. Менделеева**



ООО «БИНАКОР-ХТ»



**Федерального государственного
учреждения культуры "Политехнический
музей"**



Научное издание

УСПЕХИ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Том XXX

№ 8 (177) 2016

Компьютерная верстка: Зверева О.В.
Текст репродуцирован с оригиналов авторов

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Студенческое трансферное агентство разработок и технологий (С.Т.А.Р.Т)
Адрес университета: 125047, г. Москва,
Миусская пл., д. 9