Fifth International Environmental Congress (Seventh International Scientific-Technical Conference) "ECOLOGY AND LIFE PROTECTION OF INDUSTRIAL-TRANSPORT COMPLEXES"

16-20 September, 2015 SAMARA-TOGLIATTI, RUSSIA

ELPIT 2015

Volume 6 Том 6

SCIENTIFIC SYMPOSIUM "PROBLEMS AND INNOVATIVE DECISIONS IN THE FIELD OF ENGINEERING PROVISION OF ECOLOGICAL AND INDUSTRIAL SAFETY OF URBAN TERRITORIES"

НАУЧНЫЙ СИМПОЗИУМ "ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ"

пятого международного экологического конгресса (седьмой Международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2015"

Россия, Самарская область, гг. Самара, Тольятти,

Самарский научный центр РАН

Самарский государственный технический университет

16-20 сентября 2015 г.

EDITOR: DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCE, PROFESSOR ANDREY VASILYEV

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР: Д.Т.Н., ПРОФЕССОР А.В. ВАСИЛЬЕВ

УДК 504: 331
ББК 20.1:20.18:68.9
Е46

Е46 Proceedings of the Fifth International Environmental Congress (Seventh International Scientific-Technical Conference) "Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes" ELPIT 2015 16-20 September, 2015 Samara-Togliatti, Russia: Publishing House of Samara Scientific Centre, 2015. V. 6, Scientific symposium "Problems and Innovative Decisions in the Field of Engineering Provision of Ecological and Industrial Safety of Urban Territories" – 240 p.

Е46 Сборник трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2015, 16-20 сентября 2015 г., гг. Самара - Тольятти, Россия: АНО "Издательство СНЦ". 2015. Т.6, Научный симпозиум "Проблемы и инновационные решения в области инженерного обеспечения экологической и промышленной безопасности урбанизированных территорий" – 240 с.

Scientific Redactor of Proceedings: Andrey V. Vasilyev, Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Samara Scientific Center of RAS, Head of Department of Chemical Technology and Industrial Ecology of Samara State Technical University, Russia

Scientific Board: Gennady S. Rosenberg, Doctor of Biological Science, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Russia; Oleg N. Rusak, Doctor of Technical Science, Professor, the President of the International Academy of Ecology and Life Protection Sciences, Russia; Dmitry E. Bykov, Doctor of Technical Science, Professor, Russia; Andrey V. Vasilyev, Doctor of Technical Science, Professor, Russia; Veniamin D. Kalner, Doctor of Technical Science, Professor, Russia; Nicolay I. Ivanov, Doctor of Technical Science, Professor, Russia; Yury V. Trofimenko, Doctor of Technical Science, Professor, Russia; Andrey A. Pimenov, Candidate of Chemical Science, Dozent, Russia; Sergio Sibilio, Professor, Second Naples University, Aversa, Italy; Sergey V. Saksonov, Doctor of Biological Science, Professor, Russia; Vladimir Devisilov, Candidate of Technical Science, Dozent, Russia; Janis I. Ievinsh, Doctor of Economical Science, Professor, Latvia; Dr. Sergio Luzzi, Italy

Научный редактор сборника: Васильев А.В., доктор технических наук, профессор, начальник отдела Самарского научного центра РАН, заведующий кафедрой химической технологии и промышленной экологии, Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Редакционная коллегия: д.б.н., профессор, чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг, д.т.н., профессор, президент МАНЭБ О.Н. Русак, д.т.н., профессор Д.Е. Быков, д.т.н., профессор А.В. Васильев, д.т.н., профессор В.Д. Кальнер, д.т.н., профессор Н.И. Иванов, д.т.н., профессор Ю.В. Трофименко, к.х.н., доцент А.А. Пименов, профессор С. Сибилио (Италия), д.б.н., профессор С.В. Саксонов, к.т.н., доцент В.А. Девисилов, д.э.н., профессор Я.И. Иевиньш (Латвия), доктор Серджио Луцци (Италия)

УДК 504: 331
ББК 20.1:20.18:68.9
Е46

Рекомендовано к изданию научным комитетом международного экологического конгресса ELPIT 2015

© Васильев А.В. – научный руководитель конгресса, 2015

ISBN 978-5-906605-72-6

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INCREASING OF INDUSTRIAL SAFETY OF CONSTRUCTIONS OF KURPSAYAKY HYDROMOUNT AND LOWER POND OF DAM DURING OPERATION OF SURFACE WATER DISCHARGE

O.V. Atamanova[1], N.P. Lavrov[2]
[1]Saratov State Technical University Named After Yuri Gagarin, Saratov, Russia
[2]Saint-Petersburg State University Named After Peter the Great, Saint-Petersburg, Russia

ПОВЫШЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ КУРПСАЙСКОГО ГИДРОУЗЛА И НИЖНЕГО БЬЕФА ПЛОТИНЫ ПРИ РАБОТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОСБРОСА

О.В. Атаманова[1], Н.П. Лавров[2]
[1]Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия
[2]Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Приводятся результаты исследований моделей поверхностного водосброса Курпсайской ГЭС существующей и предложенной конструкций. Обосновывается целесообразность реконструкции концевого сооружения поверхностного водосброса с использованием научно-обоснованных рекомендаций.

Нарынский каскад ГЭС в Кыргызской Республике обеспечивает электроэнергией не только Кыргызстан, но и соседние государства – Казахстан, Узбекистан, Китай. Нарынский каскад гидроэлектростанций на сегодня включает 7 действующих ГЭС. Второй по установленной мощности из числа гидроэлектростанций каскада является Курпсайская ГЭС. Ее установленная мощность 800 мегаватт. Основной состав гидросооружений включает: гравитационную бетонную плотину треугольного профиля высотой 113 м, поверхностный и глубинный водосбросы (см. рисунок 1), 4 турбинных водовода, здание ГЭС приплотинного типа, ОРУ 110 и 220 кВ.

Рисунок 1. Курпсайская плотина, включающая поверхностный (слева) и глубинный (слева примыкает к плотине) водосбросы

Для сброса паводковых расходов воды в составе плотины запроектирован поверхностный водосброс (ПВС). Водоприемная часть ПВС выполнена однопролетной с шириной 16 м на входе. Водосброс по длине постепенно сужается в плане до 10 м в отводящем туннеле. Проектный расход ПВС – Q=1500 м^3/с для отметки НПУ – 724,0 м. Форсированный расход ПВС, в соответствии с проектной документацией, равен Q=1680 м^3/с для отметки ФПУ - 725,0 м [1].

Изменение водно-энергетического баланса на каскаде Нарынских ГЭС в 2004-2005 г.г., явившееся причиной природно-климатических и эксплуатационных факторов, вызвало интенсивное аккумулирование стока в Курпсайском водохранилище. В эти годы впервые за весь период эксплуатации был произведен сброс излишков воды через ПВС Курпсайской плотины.

Проведенные персоналом Каскада Нарынских ГЭС сбросы излишков воды и проведенные позднее натурные исследования ПВС показали, что водосброс не позволяет сбрасывать расходы воды, превышающие 400 м^3/с [2]. При больших сбросных расходах воды длина отбрасываемого с трамплинов потока и водяной пыли значительно превышали проектные характеристики, приводя тем самым к водонасыщению левого склона р. Нарын, способствуя возникновению оползневых явлений в нижнем бьефе сооружения. Помимо этого, пропуск расходов воды Q>400 м^3/с приводил к подмыву опоры ЛЭП-220 и проникновению отбрасываемого с трамплинов потока воды в траншею силового кабеля, угрожая созданием аварийной ситуации в энергетической системе.

Серьезность возникшей проблемы потребовала осуществления тщательных научно-обоснованных исследований работы ПВС в натурных условиях и на моделях [2]. Совместная работа по изучению ПВС Курпсайской ГЭС и разработке рекомендаций по выходу из сложившейся ситуации проводилась учеными Кыргызско-Российского Славянского

университета (г. Бишкек, Кыргызстан) и Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (г. Санкт-Петербург, Россия) [3]. Проведенные натурные испытания ПВС (см. рисунок 2) позволили разработать временные рекомендации по ограничениям попусков воды через ПВС [1]. Также была обоснована необходимость реконструкции концевой части ПВС для изменения траектории отбрасываемой с трамплинов водосброса струи.

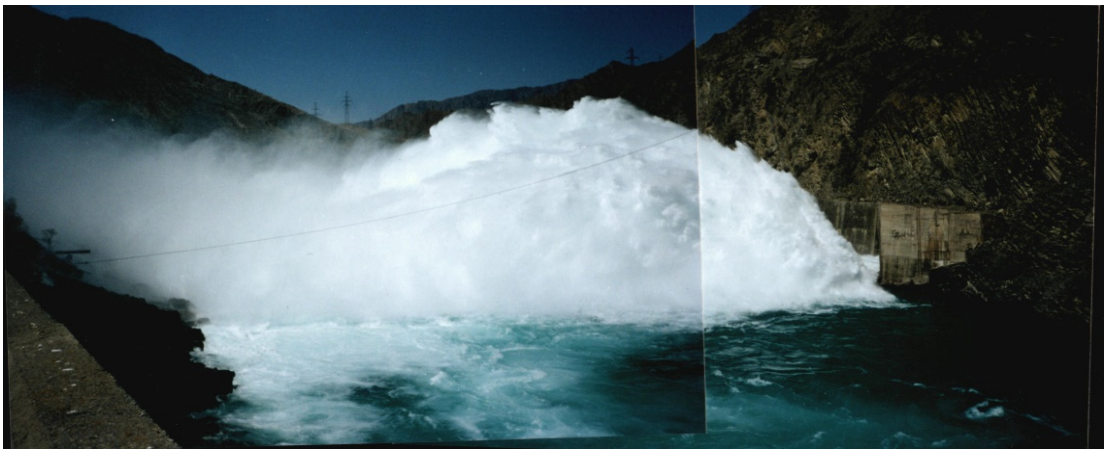


Рисунок 2. Отброс потока с трамплинов ПВС при пропуске расхода Q=450 $м^3/с$

В результате поисковых исследований были изучены альтернативные конструкции концевого сооружения ПВС Курпсайской ГЭС. Для совершенствования концевого сооружения ПВС были реализованы модельные исследования по разработанной методике эксперимента на гидротехнической модельной площадке ОАО «Киргизгипроводхоз». Моделирование проводилось в масштабе 1:75 с соблюдением автомодельности по Рейнольдсу.

Выбранная конструкция концевого сооружения ПВС (Патент КР № 1264. Концевое сооружение берегового водосброса, МКИ E02B 8/06, 2010 г. / Н.П. Лавров, Н.И. Иванова, О.В. Атаманова, Ю.Ф. Пархоменко, В.А. Трофименцева) Концевое сооружение ПВС с боковой стенкой – ограничителем (рисунок 5) содержит подводящий участок 1, донную плиту 2, с расположенными на ней трамплинами 3, 4, 5 и боковую стенку – ограничитель 6 с козырьком 7, являющуюся новым конструктивным и функциональным элементом.

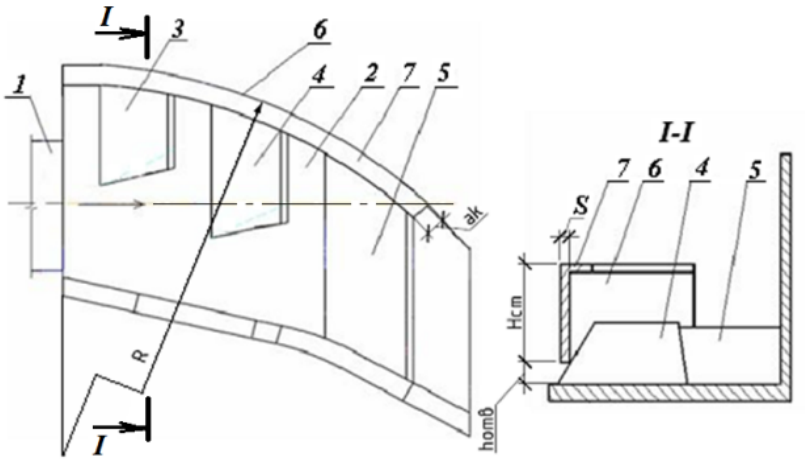


Рисунок 3. Усовершенствованное концевое сооружение ПВС Курпсайской ГЭС

При изучении отбрасываемой с ПВС струи фиксировались параметры траектории и плановый ареал струи. При разных расходах воды измерялась длина отлета компактной струи и ее направление. Замерялись ареал распространения струи в характерных точках, а также угол отклонения от конструктивной оси водосброса и длина распространения струи. Сравнительные модельные исследования проводились для существующей и новой конструкций. Модельные исследования позволили построить и сравнить ареалы распространения струи (см. рисунок 4), траектории струи и карту размывов естественного грунта в нижнем бьефе (см. рисунок 5).

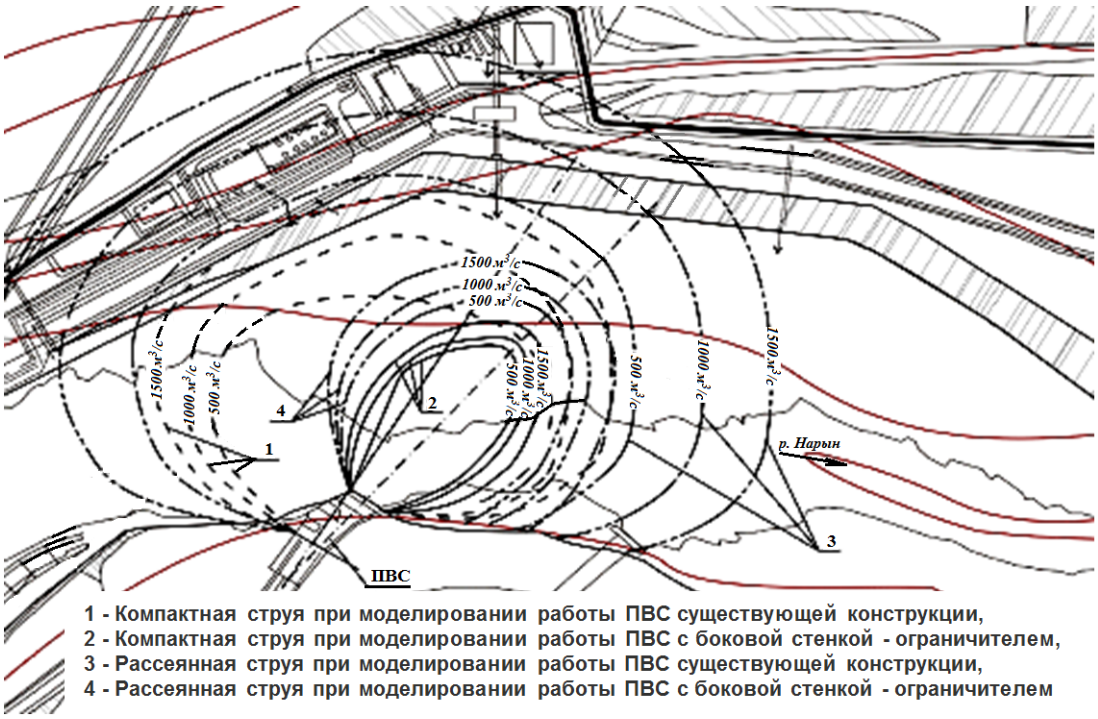


Рисунок 4. Ареалы распространения струи существующей и усовершенствованной конструкций ПВС по результатам модельных исследований

На модели ПВС усовершенствованной конструкции при всех заданных модельных расходах, благодаря наличию боковой стенки-ограничителя, наблюдалась диссипация струи над трамплинами, свидетельствовавшая о частичном гашении энергии потока. Введение стенки-ограничителя позволило уменьшить ареал струи и изменить её траекторию.

Карта размыва и продольный профиль р. Нарын по результатам модельных исследований новой конструкции ПВС приведены на рисунках 5, 6.

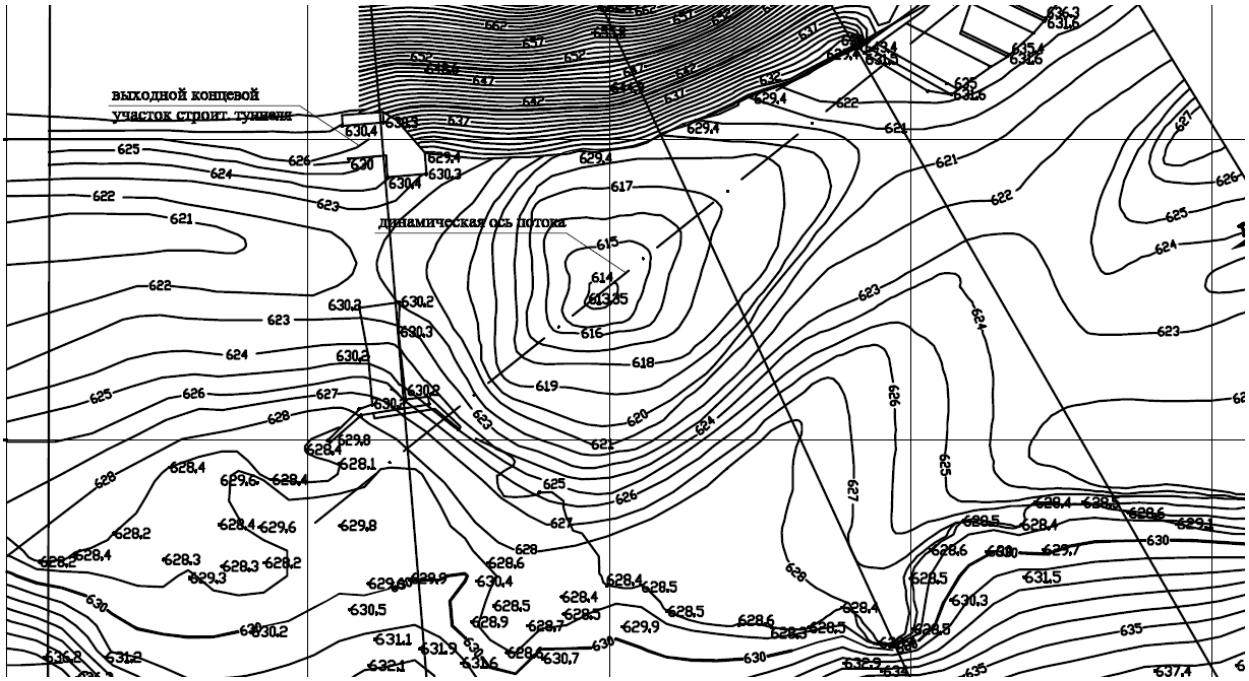


Рисунок 5. Карта размыва по результатам моделирования работы усовершенствованной конструкции ПВС с расходом 1500 м^3/с (М 1:1000)

Рисунок 6. Продольный профиль размыва НБ КГЭС по результатам моделирования работы ПВС усовершенствованной конструкции расходом 1500 м^3/с

Анализ результатов модельных исследований показал, что наиболее интенсивные размывы естественного грунта в нижнем бьефе наблюдались при максимальном расходе модели (в натурных условиях $Q_н$=1500 м^3/с), при этом глубина размыва составила 0,063 м (в натуре 4,73 м), принимая за плоскость сравнения поверхность русла реки до начала работы ПВС.

Модельными исследованиями установлено, что усовершенствованная конструкция ПВС уменьшает длину отлета потока с трамплинов водосброса. Уменьшается и высота отбрасываемой струи. В переводе с модели на натуру установлено, что при сбросных расходах $Q = 500 \div 600$ м^3/с дальность отлета отбрасываемой струи становится короче существующей в 1,1÷1,2 раза. При сбросных расходах воды $Q = 1000 \div 1500$ м^3/с дальность отлета отбрасываемой струи становится короче существующей в 1,7÷1,8 раза. Высота компактной части отбрасываемого потока по сравнению с существующим вариантом концевого сооружения ПВС становится ниже в 1,8÷2,0 раза. Результаты модельных исследований ареала распространения отбрасываемой струи при сбросных расходах воды Q=500, 1000, 1500 м^3/с отражены на рисунке 4 для существующей и новой конструкций.

Слабым местом новой конструкции является то, что при ее работе глубина воронки размыва увеличивается на 4,45 м. Однако учитывая, что на месте планируемой воронки размыва монолитное скальное основание, увеличение воронки размыва нельзя считать негативным моментом.

Новая конструкция концевого сооружения ПВС Курпсайской ГЭС за счет использования стенки–ограничителя позволяет разместить отбрасываемый поток в русле р. Нарын, при чем динамическая ось потока усовершенствованной конструкции отклоняется от конструктивной оси водосброса вправо на угол, равный 10^0 вниз по течению р. Нарын.

Результаты разработок и исследований позволили сделать следующие выводы:

1. Для повышения промышленной безопасности сооружений Курпсайского гидроузла необходимо реконструировать концевую часть поверхностного водосброса. Усовершенствование конструкции концевого сооружения ПВС позволит обеспечить безаварийный пропуск проектных расходов воды в нижний бьеф Курпсайской плотины без ущерба для самого гидроузла и окружающей среды.
2. Разработанная на основе проведенных модельных исследований новая конструкция концевого сооружения ПВС (Патент КР № 1264, МКИ E02B 8/06, 2010 г.) позволит минимизировать отрицательные явления, возникающие при работе существующего водосброса. При работе новой конструкции ПВС ареал распространения струи уменьшается по площади на 18÷25%, а динамическая ось струи смещается вправо по направлению течения на 10˚. Это дает возможность исключить обильное обводнение левого склона реки, подмыв третьей опоры ЛЭП и опасность выхода из строя ОРУ.
3. Сопоставительными исследованиями траектории и ареала распространения струи, а так же местных размывов грунта при работе моделей ПВС

существующей и усовершенствованной конструкций доказана целесообразность применения усовершенствованного концевого сооружения ПВС. Это подтверждено допустимой величиной местных размывов грунта в нижнем бьефе сооружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Худайбердиев А.Р. Оценка состояния и рекомендации по эксплуатации водосбросных сооружений Токтогульской и Курпсайской ГЭС [Текст] / А.Р. Худайбердиев, Г.А. Смоленцева, Н.П. Лавров, О.В. Атаманова и др. // Гидротехническое строительство. - М., 2008. -№1. - С.36-41.
2. Атаманова О.В. Исследование поверхностного водосброса Курпсайской ГЭС в натурных условиях [Текст] / О.В. Атаманова, Н.П. Лавров // Достижения и проблемы современной науки: Сборник статей Международной научно-практической конференции (28 июля 2015 г., г. Уфа). В 2 ч. Ч. 1. – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – С. 7-9.
3. Лавров Н.П. Научно-техническое сотрудничество между Кыргызско-Российским Славянским университетом и Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом в области гидротехники и гидроэнергетики [Текст] / Н.П. Лавров, О.В. Атаманова / Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, 2013. Т. 13. № 8. - С. 75-78.
4. Атаманова О.В. Планирование экспериментов по исследованию кинематики потока на выходе концевой части поверхностного водосброса на примере Курпсайской ГЭС [Текст] / О.В. Атаманова, Н.И. Иванова, А.П. Ерофеев, В.А. Трофименцева / Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, 2008. Т. 8. № 9. – С. 82-85.
5. Трофименцева В.А. Теоретическое обоснование гидравлических явлений на транзитной части поверхностного водосброса Курпсайской ГЭС [Текст] / В.А. Трофименцева, О.В. Атаманова // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. – Бишкек, 2010. –Вып.4 (30), Т.4. – С.273-277.
6. Лавров Н.П. Уточнение рекомендаций по расчету, проектированию и реконструкции концевого участка поверхностного водосброса Курпсайской ГЭС [Текст] / Н.П. Лавров, Н.И. Иванова, О.В. Атаманова, В.А. Трофименцева // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. – Бишкек, 2009. – Вып.1 (23), Т.1. – С. 30-34.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

EXPERIENCE OF UTILIZATION OF VINICOR SYSTEM FOR CORROSION PROTECTION OF EQUIPMENT OF «TOGLIATTIAZOT» COMPANY

S.V. Afanasyev, A.V. Kurbatov, G.N. Sukhanova
JSC «Togliattiazot», Togliatti, Russia

Different aspects of utilization of corrosion resistant coatings based on Vinicor materials at the industrial facilities of JSC «Togliattiazot» including port facilities are considered. It is shown that all of them are highly valued in film impact strength and resistance to aggressive fluids static interaction. With regards to these materials organizational and technical arrangement has been elaborated and implemented allowing increasing of painting works quality and life of corrosion resistant coatings.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВИНИКОР ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ В ОАО «ТОЛЬЯТТИАЗОТ»

С.В. Афанасьев, А.В. Курбатов, Г.Н. Суханова
ОАО «Тольяттиазот», г. Тольятти, Россия

Рассмотрены различные аспекты использования антикоррозионных покрытий на основе материалов Виникор на промышленных объектах ОАО «Тольяттиазот», включая портовые сооружения. Показано, что все они характеризуются высокими значениями таких показателей, как прочность пленки при ударе и стойкость к статическому воздействию агрессивных жидкостей. Применительно к данным материалам были разработаны и внедрены организационно-технические мероприятия, позволяющие повысить качество окрасочных работ и долговечность антикоррозионных покрытий.

В последние годы в акционерном обществе «Тольяттиазот» проводятся обширные работы по антикоррозионной защите металлоконструкций, химического оборудования, сооружений портового комплекса, возводимого в п. Волна Темрюкского район Краснодарского Края. Из многообразия лакокрасочных материалов, предлагаемых отечественными и зарубежными производителями, предпочтение было отдано лакокрасочным покрытиям, вырабатываемых под торговой маркой «Виникор». При относительно невысокой стоимости лакокрасочных материалов они выгодно отличаются от российских и зарубежных аналогов высоким уровнем качества, однородностью состава [1].

Эффективная антикоррозионная защита объектов обеспечивается использованием эмали «Виникор-62» (ТУ2312-001-54359536-2003) в сочетании с цинкнаполненными грунтовками типа ЭП-057, грунтовками ЭП-0259, «Виникор-061», «Виникор ЭП-0199» и некоторыми другими.

Технические параметры разработанных антикоррозионных материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические параметры материалов

Технические параметры	**Грунтовка ВИНИКОР–061**	**Грунтовка ЭП–057**	**Эмаль ВИНИКОР–62**	
			Марка А	**Марка Б**
Условная вязкость по вискозиметру ВЗ–246 с диаметром сопла 4 мм, с.	30–65	–	30–70	не менее 30 (диаметр сопла 6 мм)
Время высыхания до ст. 3 при 20°С, ч, не более	1	1	3	3
Массовая доля нелетучих веществ, %	38–44	86–89	39–45	40–45
Адгезия пленки, балл, не более	1	1	1	1
Прочность пленки при ударе по прибору У–1, си, не менее	50	50	50	50
Эластичность пленки, мм, не более	1	–	2	2
Стойкость пленки к статическому воздействию жидкостей, ч, не менее				
- воды	24	48	24	24
- мин. масла, бензина	24	–	24	24

Из нее следует, что все они характеризуются высокими значениями таких показателей, как прочность пленки при ударе и стойкость к статическому воздействию жидкостей.

Применительно к данным материалам были разработаны и внедрены организационно-технические мероприятия, позволяющие повысить качество окрасочных работ и долговечность антикоррозионных покрытий.

«Виникор-62» является двухкомпонентной винилово-эпоксидной эмалью, содержащей активные противокоррозионные пигменты и отверждаемой аминными отвердителями, например, ДТБ-2. Благодаря сбалансированному соотношению двух пленкообразующих смол – винилово-сополимерной и эпоксидной, оптимальному рецептуростроению в процессе изготовления, достигается высокая защитная стойкость эмали в условиях эксплуатации оборудования на химическом предприятии, в том числе с повышенным содержанием аммиака, метанола, оксидов азота в воздухе рабочей зоны.

Было установлено, что наилучший результат достигается при нанесении на металлическую поверхность одного слоя грунтовки «Виникор-061» и двух слоев эмали «Виникор-62». Присутствующие в «Виникор-61» специальные добавки позволяют наносить грунтовку на металл второй степени очистки, то есть при толщине ржавчины до 30 мкм, что существенно облегчает подготовительные операции перед антикоррозионной защитой.

При замене «Виникора–061» на грунтовку «Виникор ЭП- 0199» окраске могут подвергаться металлоконструкции с толщиной плотной ржавчины до 80 мкм. В условиях работающего химического производства это позволяет заменить пескоструйную обработку поверхности на ручную очистку с одновременным использованием преобразователей ржавчины.

В качестве последних были исследованы одноупаковочные составы на основе ортофосфорной кислоты, вырабатываемые отечественной промышленностью. Расширенные испытания данных материалов в комбинации с защитной системой типа "Виникор" осуществлены в следующих направлениях:

-сравнительные исследования защитных свойств окрашенных образцов по чистому металлу и по ржавой поверхности, предварительно обработанной указанными составами;

-определение условной светостойкости атмосферостойкой системы на основе эмали "Виникор-62".

Для оценки защитных свойств покрытия использовали "импедансный" метод, предусматривающий применение электрохимического моста Р-5083. Сущность метода заключается в измерении электрических параметров (емкости и сопротивления) металлических образцов с исследуемым покрытием, погруженных в раствор электролита при различных частотах переменного тока.

В основе такого подхода лежит тот факт, что емкость сухого диэлектрика не зависит от частоты прикладываемого переменного тока, в то время как электрическая емкость электролита, проникающего в поры покрытия, изменяется пропорционально частоте. Для омического сопротивления наблюдается обратная картина. Таким образом, отсутствие зависимости измеряемых значений емкости от частоты тока и одновременное изменение омического сопротивления указывают на низкую пористость покрытия. И наоборот. изменение емкости с изменением частоты тока свидетельствует о высокой пористости и проницаемости исследуемого покрытия.

За критерий, характеризующий зависимость емкости образца с покрытием, принят частотный коэффициент емкости K_f.

$$K_f = C_1/C_2 ,$$

где C_1 и C_2 - емкости исследуемой ячейки при частотах 20000 Гц и 2000 Гц, соответственно.

Чем выше значение K_f , тем ниже пористость покрытия. Практика длительной эксплуатации высококачественных лакокрасочных материалов свидетельствует о том, что K_f должно быть выше 0,7.

Для проверки эффективности антикоррозионной защиты проведен анализ зависимости частотного коэффициента K_f от времени пребывания в 3 % -ном водном электролите металлических образцов, обработанных преобразователем ржавчины СФ-1 с покровным слоем из эмали "Виникор-62" толщиной 72 мкм.

Состав СФ-1 был разработан на ВПК "Импульс" и представляет собой смесь ортофосфорной кислоты, этилового (или изопропилового) и бутилового спиртов и модифицирующих добавок по ТУ 2121-002-18817747.

Результаты испытания свидетельствуют о том, что высокие защитные свойства покрытия сохранились на протяжении 38 исследуемых суток.

Наряду с СФ-1 в качестве преобразователя ржавчины широко используется состав Нотех, выпускаемый по ТУ №21-02-48938796 и представляющий собой водный раствор фосфатных солей, ортофосфорной кислоты и ингибиторов.

По сравнению с СФ-1 состав Нотех показывает несколько худшие, но удовлетворительные результаты в течение 56 суток контакта с 3 %-ным водным раствором электролита.

Схожим образом ведет себя и преобразователь ржавчины под торговой маркой "Панцирь", представляющий собой водный раствор ортофосфорной кислоты с рядом специальных добавок, в том числе солей цинка. При нанесении "Виникор -62" на металлическую поверхность с глубиной ржавчины до 110 мкм, обработанной указанным составом ", антикоррозионный эффект зависит от толщины слоя эмали. Лучший результат был получен для образцов с пониженным расходом ЛКМ.

Данная закономерность может быть объяснена тем, что состав "Панцирь" проявляет свойства протекторной защиты, на которые оказывает влияние толщина эмалевого покрытия.

Антикоррозонные свойства полимерных пленок на основе "Виникор-62" могут быть существенно повышены, если в состав защитной системы включить цинк-наполненную грунтовку ЭП-057"Виникор-цинк". В этом случае в качестве преобразователя ржавчины наиболее подходящим является продукт "Панцирь", содержащий производные цинка.

Светостойкость покрытия "Виникор-62" была исследована на образцах толщиной 155 мкм и 200 мкм путем их облучения ультрафиолетовым светом по ГОСТ 21903 в течение 15 суток. В качестве источника использовали ртутно-кварцевую лампу типа ПРК-2М. Снижение способности к светоотражению до и после испытания определяли блескомером ФБ-2 в соответствии с ГОСТ 896.

Важно подчеркнуть, что в ходе длительных испытаний величина рассматриваемого показателя изменилась на 0,6: %. Использование математических методов обработки полученных результатов с применением критериев Фишера и Стьюдента указывает на то, что отмеченное снижение светоотражающей способности не является значимым.

Практика многолетнего применения лакокрасочных материалов «Виникор» на химических и нефтеперерабатывающих предприятиях свидетельствует о том, что покрытие на их основе весьма стойки к обливам нефтепродуктов и к периодическим воздействиям холодной и горячей воды, пара.

Это согласуется с результатами расширенных испытаний лакокрасочных систем в ведущих научных организациях России. В частности, по заключению ООО «Институт ВНИИСТ» комплексное покрытие из одного слоя «Виникор-061» и трех слоев «Виникора-62» марки А соответствует техническим требованиям ОАО «АК «Транснефть» и может использоваться для антикоррозионной защиты наружной поверхности нефтяных резервуаров. В акционерном обществе «Тольяттиазот» данные материалы успешно применены для окрашивания емкостей с нефтепродуктам в строящемся порту «АмоТОАЗ».

Здесь же ведутся интенсивные работы по окраске резервуаров изотермического хранения аммиака, эстакады технологических трубопроводов и других портовых сооружений.

Накопленный опыт применения антикоррозионных материалов группы «Виникор» будет распространен и на другие предприятия России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев С. В., Суханова Г. Н., Полякова С. О. Сборник статей межд. научно-практ. конф. "Современные средства защиты от коррозии, коррозионно-стойкие материалы технологических процессов". г.Щекино, 5-7 октября 05 г. Изд. МНИК "ИНФОХИМ", С. 25-28 .

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

ABOUT CHARACTERISTIC OF RUBBER SKI-3NTP

S.V. Afanasyev[1], O.S. Roshchenko[2], G.I. Merzlikina[2]
[1]Togliatti State University, Togliatti, Russia
[2]JSC «Togliattiazot», Togliatti, Russia

The interrelation of plasto-elastic parameters of isoprene rubber SKI-3NTP with other characteristics of this elastomer is examined. It is shown that their value depends not only on parameters of MWD but also on the content of micro-gel in rubber. Properties of PVC compounds and rubber mixtures based on SKI-3NTP are featured by polydispersity index of polyisoprene which should be taken into account while refining it.

О СВОЙСТВАХ КАУЧУКА СКИ-3НТП

С.В. Афанасьев[1], О.С. Рощенко[2], Г.И. Мерзликина[2]
[1]Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия
[2]ОАО «Тольяттиазот», г. Тольятти, Россия

Исследована взаимосвязь пластоэластических показателей изопренового каучука СКИ-3НТП с другими характеристиками данного эластомера. Показано, что их значение зависит не только от параметров ММР, но и содержания в каучуке микрогеля. Свойства пластикатов и резиновых смесей на основе СКИ-3НТП определяются индексом полидисперсности полиизопрена, что необходимо учитывать в процессе его переработки.

В настоящее время отечественной промышленностью освоено производство нескольких марок синтетического цис-1,4-полиизопрена. Среди них каучук СКИ-3НТП занимает особое положение, так как получается по специально разработанной технологии с использованием двухкомпонентного комплексного катализатора полимеризации.

Известно, что качество резиновых смесей на основе полиизопренов темных марок в значительной степени зависит от величины пластоэластических и молекулярных характеристик.

В связи с широким применением СКИ-3НТП в ответственных изделиях новой техники, сокращением потребления натурального каучука светлых сортов, представляло интерес исследовать взаимосвязь молекулярных и пластоэластических показателей эластомеров и оценить их влияние на свойства резиновых смесей.

Для изучения взято около 60 образцов СКИ-3НТП, которые по уровню пластичности по Карреру (Р) и вязкости по Муни ($M_{\uparrow}^{100}$) были разбиты на

несколько групп (табл.1). В пределах каждой группы образцы имели одинаковую пластичность по Карреру, но различались величиной (M_t^{100}).

Таблица 1

Свойства СКИ-3НТП, имеющего разную вязкость по Муни при заданном уровне пластичности по Карреру

Р	№ образца	M_t^{100},ед.Муни	$\tau_{1/2}$, сек	R',м	M_n*10^{-3}	M_w*10^{-3}	$M_w/M_П$
0,29	1	87,8	5,22	1,72	250	1190	4,8
	2	81,8	4,07	1,66	220	1180	5,4
0,30	1	89,0	5,37	1,71	290	1430	5,0
	2	80,0	3,81	1,61	240	980	4,0
0,31	1	86,2	4,30	1,61	200	980	4,9
	2	79,0	3,30	1,61	190	940	5,0
0,32	1	84,1	3,36	1,60	280	950	3,4
-0,33	2	78,9	2,51	1,50	190	860	4,6
0,34	1	79,0	2,55	1,48	180	940	5,2
	2	71,7	1,61	1,44	150	1050	7,0
0,35	1	80,0	2,56	1,48	220	830	3,8
-0,36	2	72,5	2,09	1,46	150	870	5,8

Методом препаративного ультрацентрифугирования [1,с.8] определяли содержание «легкой» и «тяжелой» фракции микрогеля, с помощью гель-проникающей хроматографии - параметры ММР растворимой части каучука, его среднечисленную ($M_П$) и среднемассовую (M_w) молекулярные массы. Хроматографирование ~0,1 % (мас.) гексановых растворов проводили на гель-хроматографе ХЖ-1302 на колонке со стирогелем ф. «Waters».

Полупериод релаксации крутящего момента в камере вискозиметра Муни ($ф_{1/2}$) находили по методике, описанной в [2,с.16].

Пластикацию образцов полиизопрена, различающихся индексом полидисперсности ($M_w/M_П$), проводили при 70 °С в смесительной камере пластикордера ф. «Brabender PLV-151» при степени ее заполнения 0,7 и скорости вращения роторов 60 об/мин.

Стандартную резиновую смесь на основе СКИ-3НТП готовили по ГОСТ 14925-79, типовую резиновую смесь, имеющую в своем составе помимо каучука цинковые белила, стеарин, каптакс, гуанид ф, сантофлекс 13, техуглерод К-354, литопон, ВОЗ-60, полиэтиленгликоль и серу – в смесительной камере пластикордера ф. «Brabender PLV-151» при начальной температуре 90 °С и степени ее заполнения 0,9.

Таблица 1 иллюстрирует взаимосвязь молекулярных и пластоэластических характеристик СКИ-3НТП. Легко видеть, что для большинства исследованных групп при заданном значении пластичности по

Карреру вязкость Муни полиизопрена тем выше, чем уже его ММР, оцениваемая величиной индекса полидисперсности.

Исключением являются образцы СКИ-3НТП с Р=0,30 для которых наблюдается обратная закономерность. Для этой серии каучуков (M_t^{100}) больше у образцов, имеющих повышенное значение $M_w/M_П$.

Наиболее вероятным объяснением может быть зависимость вязкости по Муни синтетического цис-1,4-полиизопрена как от индекса полидисперсности, так и от среднечисленной и среднемассовой молекулярных масс.

Действительно, в ряду исследованных образцов с различными уровнями пластичности по Карреру каучук с Р=0,30 и (M_t^{100})=89 ед. Муни характеризуется самыми большими величинами M_w и $M_П$.

Не меньшую роль играет и гель-фракция каучука, которая в условиях определения ММР отфильтровывается во избежание забивки хроматографических колонок, то есть не учитывается ни одним параметром ММР.

Таблица 2

M_t^{100}, ед. Муни	Р	Микрогель*)			$M_П*10^{-3}$	M_w*10^{-3}
		тяжелый	легкий	сумма		
72	0,33	18	1	19	130	1110
81	0,34	16	16	32	150	1000
85	0,34	16	24	40	170	1100

*) определение выполнено Гречановским В.А.

Как и в случае СКИ-3-01 [3,с.7] увеличение содержания микрогеля в каучуке СКИ-3НТП приводит к росту вязкости по Муни при условии постоянства значений пластичности по Карреру. Это подтверждается следующими данными.

Результаты пластикации изопренового каучука в резиносмесительном оборудовании представлены на рис.1, 2.

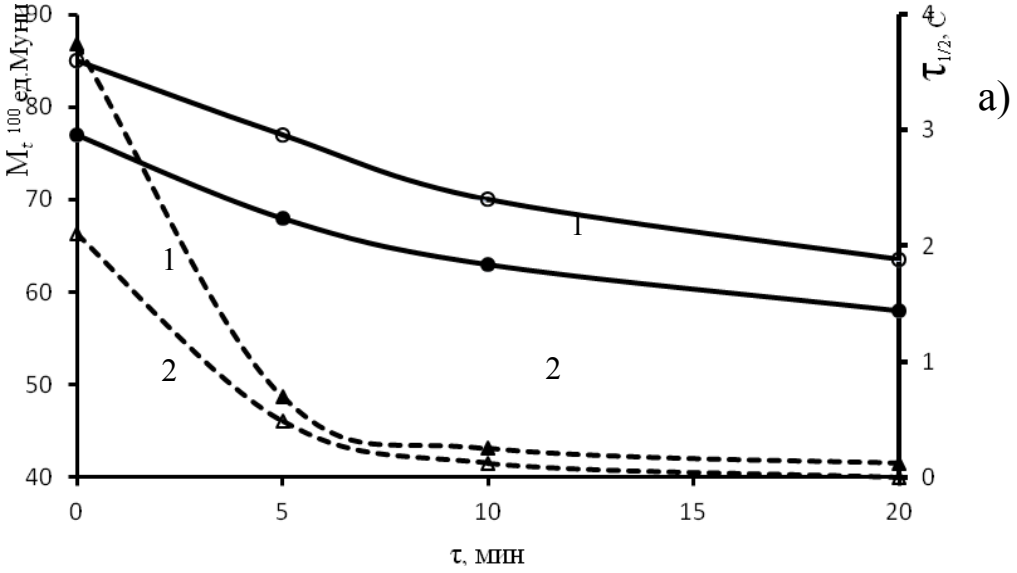


Рисунок 1. Влияние индекса полидисперсности образцов СКИ-3НТП на изменение вязкости по Муни и полупериода релаксации (пунктирные кривые) в ходе пластикации. Индекс полидисперсности образцов равен 3,9 (1) и 4,9 (2)

Из рис.1 следует, что в ходе механической обработки образцов СКИ-3НТП сохраняется их различие по величине вязкости по Муни (кривые 1 и 2). В случае показателя полупериод релаксации (пунктирные кривые 1,2) различие нивелируется в первые пять минут пластикации.

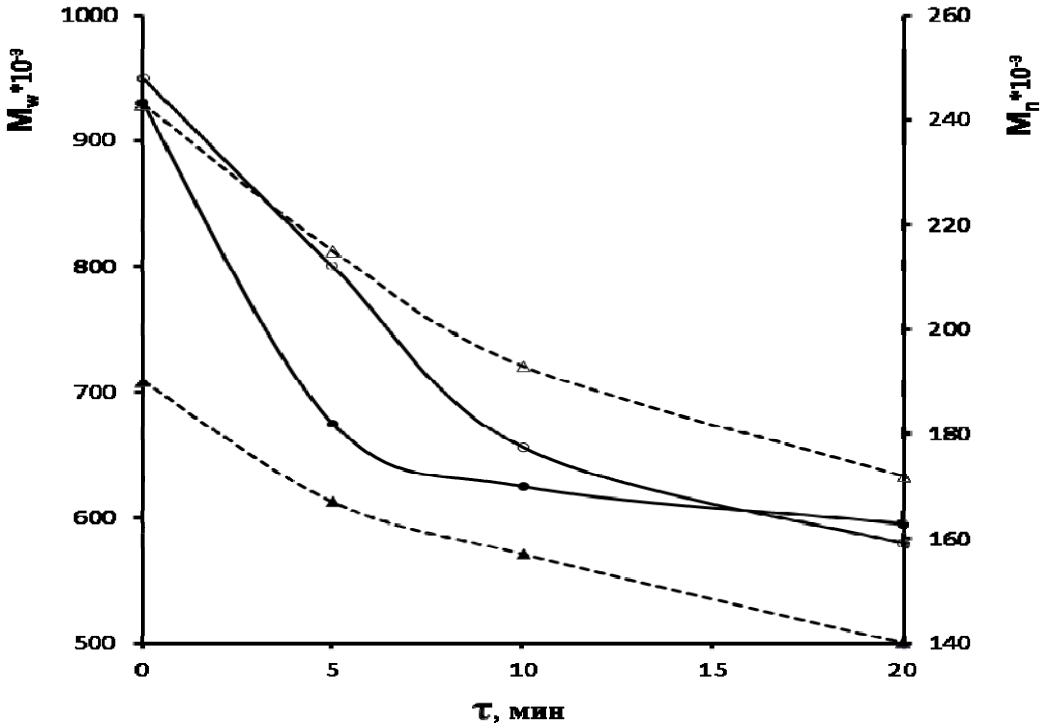


Рисунок 2. Изменение среднемассовой (1) и среднечисленной (пунктирные линии) (2) молекулярных масс образцов каучука СКИ-3НТП ходе в пластикации. Индекс полидисперсности равен 3,9 (1) и 4,9 (2).

Важно также отметить, что при сужении ММР эластомера его молекулярные характеристики менее подвержены изменению в ходе пластикации (рис.2).

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при фиксированной продолжительности переработки изопренового каучука , $ф_{1/2}$, $М_П$ и $М_w$ пластикатов обратно пропорциональны $М_w/М_П$. Это является следствием того, что механодеструкция затрагивает все фракции эластомера.

Влияние полидисперсности

СКИ-3НТП не ограничивается рассмотренными показателями.

В таблице 3 показана зависимость вулкаметрических характеристик стандартной резиновой смеси от величины $М_w/М_П$.

Из нее видно, что при заданном уровне Р каучука густота вулканизационной сетки, оцениваемая величиной $М_{HF}$ тем больше, чем выше индекс полидисперсности полиизопрена.

В случае других вулкаметрических параметров их взаимосвязь с $М_w/М_П$ установить не удалось.

Таблица 3

Влияние параметров ММР СКИ-3НТП на вулкаметрические характеристики стандартной резиновой смеси при 133 °С. Содержание ионола и стеариновой кислоты в образцах каучука составляло 0,5-0,6 и 0,8-0,9 % (мас)

№ п/п	Р	$M_t^{10'}$, ед. Муни	$М_w/М_П$	Вулкаметрические параметры				
				$М_L$,н.м.	$М_{HF}$,н.м.	t_s мин.	t_c (90), мин.	V, %
1	0,29	82,3	4,7	0,62	1,65	2,4	19,7	5,8
2	0,29	88,6	3,7	0,68	1,36	2,0	11,0	11,1
3	0,30	86,8	4,9	0,75	1,52	1,8	14,0	8,2
4	0,30	81,0	3,7	0,61	1,35	2,4	15,8	7,5
5	0,31	78,2	5,6	0,66	1,54	1,9	14,1	8,2
6	0,31	84,1	4,0	0,72	1,52	1,9	19,7	5,6
7	0,32	77,3	4,7	0,67	1,54	1,6	25,3	4,1
8	0,32	84,0	3,9	0,71	1,74	1,7	25,7	4,2
9	0,33	77,2	4,3	0,69	1,57	1,5	22,5	4,8
10	0,33	84,8	3,8	0,63	1,41	2,1	16,5	9,6
11	0,35	71,6	6,5	0,68	1,51	1,6	17,7	6,2
12	0,35	81,7	4,5	0,70	1,43	2,1	16,0	7,2
13	0,36	71,4	7,5	0,67	1,54	1,8	14,0	8,2
14	0,36	79,3	3,5	0,66	1,45	1,6	7,5	16,9

При переходе к типовой смеси (51-1565П), содержащей иную вулканизующую систему, картина изменилась (табл. 4).

Таблица 4

Влияние ширины ММР СКИ-3НТП на вулканизационные характеристики смеси 51-1565 П при 150 °С

Показатели	Значение показателей для образцов, имеющих $M_w/ M_П.$=3,7-4,1			$M_w/ M_П.$=5,7-5,9		
	1	2	3	4	5	6
Свойства каучука						
P	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
R', мм	1,70	1,60	1,57	1,67	1,75	1,73
	81,0	80,2	79,5	89,9	88,4	90,9
M_w*10^{-3}	905	827	932	1300	1430	1587
M_n*10^{-3}	245	202	246	219	239	277
Свойства резиновой смеси						
M_L, Н.м	0,51	0,62	0,61	0,59	0,61	0,63
M_{HF},Н.м	2,27	2,51	2,48	2,64	2,63	2,70
t_s, мин	6,1	5,3	5,7	5,1	5,4	5,1
t_c (90), мин	13,6	12,6	12,8	11,4	11,7	11,5
V, %	13,3	13,7	14,1	15,9	15,9	15,6

ММР эластомера оказывает существенное влияние на время начала, оптимум и скорость вулканизации, максимальный крутящий момент на вулкаметрической кривой. Из табл. 3 также следует, что чем выше индекс полидисперсности каучука, тем меньше t_s, t_c (90) и больше M_{HF} и скорость вулканизации (V) [4,с.51;5].

Полученные результаты объясняются тем, что кинетика вулканизации резиновых смесей зависит от степени распределения ускорителей вулканизации, которая, в свою очередь, связана с шириной ММР эластомера.

ВЫВОДЫ

В ходе проведенного исследования установлено, что на взаимосвязь пластоэластических показателей СКИ-3НТП оказывают влияние не только параметры ММР, но и содержание в каучуке легкой фракции микрогеля.

Свойства пластикатов и резиновых смесей на основе СКИ-3НТП определяются индексом полидисперсности эластомера, что необходимо учитывать в процессе его переработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гречановский В.А., Дмитриева И.П., Пискарева Е.П., Поддубный И.Я. // Каучук и резина. 1981. №11. С. 8-10.

2. Афанасьев С.В. // Каучук и резина. 1989. № 4. С. 16-18.

3. Афанасьев С.В., Сире Е.М., Кайфаджян Е.А., Каменев Ю.Г. // Каучук и резина. 1988. № 9. С. 7-9.

4. Афанасьев С.В., Пешехонова Г.И., Лебедева С.А., Сире Е.М. Тезисы докладов Всес. научно-техн. конф. «Современные аспекты вулканизации резиновых смесей». (г. Москва, 21-24 ноября 1989 г.). М.: НИИШП. 1989. С. 51-52.

5. Афанасьев С.В. Релаксационный метод контроля технологических свойств эластомеров./Москва. ЦНИИТЭнефтехим.1991 – 80 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INDUSTRIAL MOUNTS FOR NEUTRALIZATION OF GAS EMISSIONS CONTAINING FORMALDEHYDE AND NITROGEN OXIDES

S.V. Afanasyev[1], O.S. Roshchenko[2], S.P. Sergeyev[3]
[1]Togliatti State University, Togliatti, Russia
[2]JSC «Togliattiazot», Togliatti, Russia
[3]JSC «GIAP», Moscow, Russia

Highly-efficient catalytic methods of neutralization of smog-forming gases – formaldehyde and nitrogen oxides at stationary sources is suggested. Contacting mounts are successfully tested at the chemical production site have been designed and implemented for that purposes. Their implementation at the industrial sites of petrochemical cluster will positively influence on ecological situation in the region.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФОРМАЛЬДЕГИД И ОКСИДЫ АЗОТА

С.В. Афанасьев[1], О.С. Рощенко[2], С.П. Сергеев[3]
[1]Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия
[2]ОАО «Тольяттиазот», г. Тольятти, Россия
[3]ОАО «ГИАП», г. Москва, Россия

Предложены высокоэффективные каталитические способы нейтрализации смогообразующих газов – формальдегида и оксидов азота со стационарных источников. Для их осуществления разработаны и внедрены контактные аппараты, прошедшие успешную апробацию на площадке химического предприятия. Их внедрение на промышленных нефтехимического кластера позитивно отразится на экологической обстановке в регионе.

В настоящее время считается общепризнанным, что появление фотохимического смога в промышленных городах обусловлено высокой концентрацией в тропосфере формальдегида и оксидов азота.

Для улавливания формальдегида из абгаза, выходящего с верха абсорбционной колонны производства карбамидоформальдегидного концентрата, нами внедрены каталитические реакторы-дожигатели, конструкция одного из которых показана на рис.1.

Реактор – дожигатель включает металлический корпус с установленными в нем термодатчиками 7***,8,10*** и закрепленной внутри решеткой ***11*** с размещенным на ней слоем катализатора, в котором симметрично расположены от двух до шести электроподогревателей ***1 - 6,*** выведенных на

регулятор мощности, а соотношение диаметр аппарата: высота катализаторного слоя равно 1: (0,6 – 1,4). Аппарат снабжен люком ***9*** для загрузки и выгрузки катализатора [1].

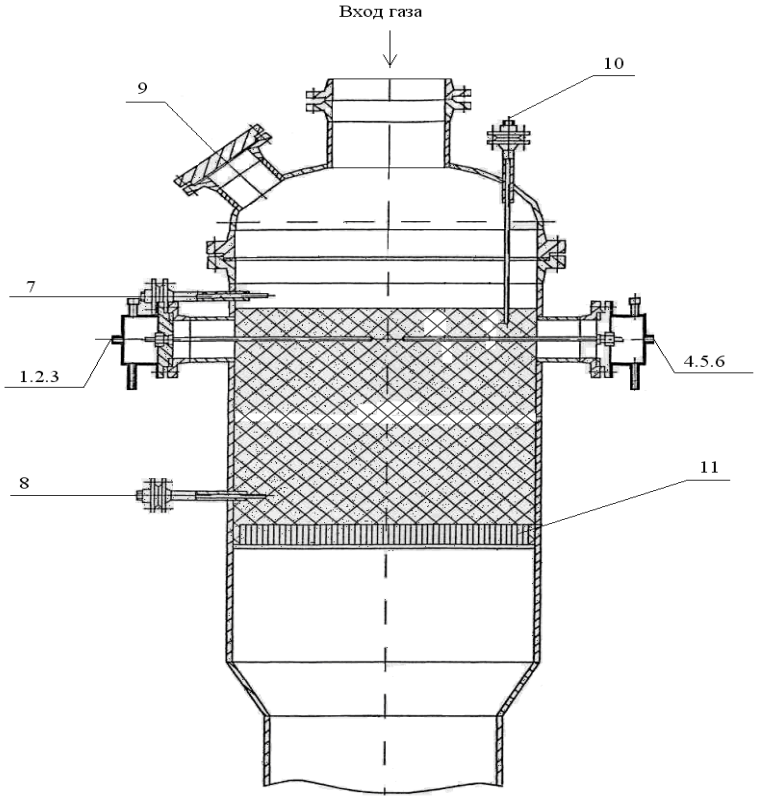


Рисунок 1. Реактор дожига отходящих газов с верха абсорбционной колонны. 1 – 6 – нагревательные элементы; 7 - 9 – термопары; 10 – люк; 11 – решетка

Окисление формальдегида протекает на слое платинового катализатора марки PPt-47, насыпанного высотой 800 мм на решетку ***11***, причем в нем смонтированы шесть U-образных электроподогревателей, размещенных строго симметрично по сечению аппарата.

Перед пуском аппарата в работу с помощью электрических нагревательных элементов температуру в верхнем слое катализатора повышают до 250°С. В этот момент в реактор начинают непрерывно подавать газовую смесь, содержащую оксид углерода, метиловый спирт, формальдегид и диметиловый эфир в количестве 14,6 г/с. За счет тепла экзотермической реакции происходит прогрев всего катализаторного слоя и с термодатчиков на регулятор мощности поступает сигнал об отключении электронагревателей. В дальнейшем температура в зоне реакции на уровне 250-260°С поддерживается вследствие протекания химического процесса.

В результате каталитического окисления компонентов газовой смеси со степенью конверсии в двуокись углерода и воду на уровне 96% их содержание на выходе из реактора снижается до 0,6 г/с. и данная концентрация загрязнителей уже не представляет угрозы окружающей среде.

С целью сокращения расхода электрической энергии было предложено нейтрализацию формальдегидсодержащего газа проводить в реакторном блоке, включающем контактный аппарат каталитического окисления метанола в формальдегид ***4***, котел утилизатор ***5***, компаблок *7* и реактор–дожигатель полочного или трубчатого типа ***1*** (рис.2).

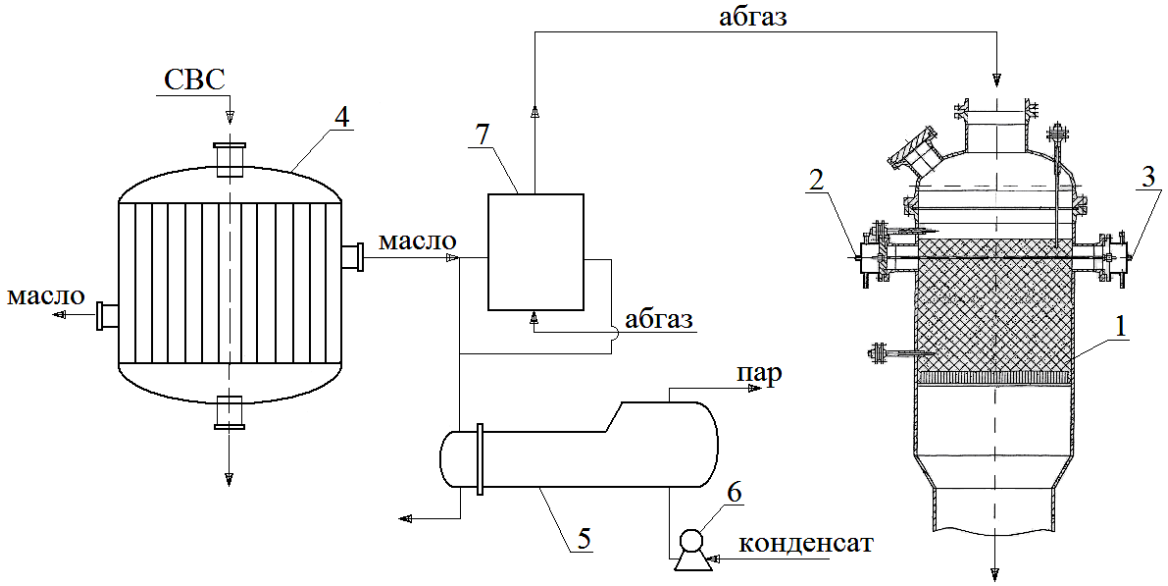


Рисунок 2. Принципиальная технологическая схема реакторного блока нейтрализации формальдегидсодержащих газов

Как и компаблок, котел-утилизатор является теплообменником и при подаче в него деминерализованной воды с помощью насоса ***6*** трансформирует тепло химических реакций, протекающих в аппарате ***4*****,** в пар давлением 1,2 МПа.

Аппарат каталитического дегидрирования метанола в формальдегид ***4,*** входящий в реакторный блок, является стальным теплоизолированным аппаратом диаметром 4000 мм, в котором в трубных досках установлены 10800 трубок длиной 1100 мм с диаметром 25х2 мм, имеющих суммарную площадь теплообмена 803 м^2. Трубная доска разделена на секторы, в каждом из которых находится по 900 шт. отверстий. Реакторные трубки на 75 % длины заполнены гранулами железо-молибденового катализатора торговой марки КН-26С в виде полых цилиндров, содержащего 80 % мас. MoO_3 и 20 % мас. Fe_2O_3, а верхняя часть – инертной керамической насадкой. В межтрубном пространстве циркулирует масло (высокотемпературный теплоноситель АМТ-300У), которое снимает тепло экзотермической реакции при подаче в аппарат спиртовоздушной смеси (СВС).

Котел-утилизатор трубчатого типа ***5*** имеет длину 4145мм и диаметр 1000 мм, а компаблок ***6*** – поверхность теплообмена 4,88 м^2 и габариты, мм: 666х666х613.

Предложенный реакторный блок работает следующим образом.

С помощью электрических нагревательных элементов температуру слоя катализатора в реакторе ***1*** повышают до 250^0С. При выведенном на производственный режим аппарате ***4*** в компаблок начинают непрерывно подавать газовую смесь, содержащую оксид углерода, метиловый спирт, формальдегид и диметиловый эфир в количестве 14,6 г/с следующего состава, мас. %:

N_2	89,81 – 89,95;
O_2	6,05 – 6.18;
H_2O	1,70 – 1.80;
CH_3OH	0.10 – 0.14;
CO	1.41 – 1.57;
CH_3OCH_3	0,56 – 0,68;
CH_2O	0.02 – 0.04

При достижении температуры газовой смеси в компаблоке (250 – 260) ^{o}С электрообогрев в реакторе ***1*** отключают. Необходимый для нормального течения реакции температурный режим в дальнейшем поддерживается подогревом абгаза теплоносителем марки АМТ-300У с реактора ***4*** и теплом экзотермических реакций в катализаторном слое.

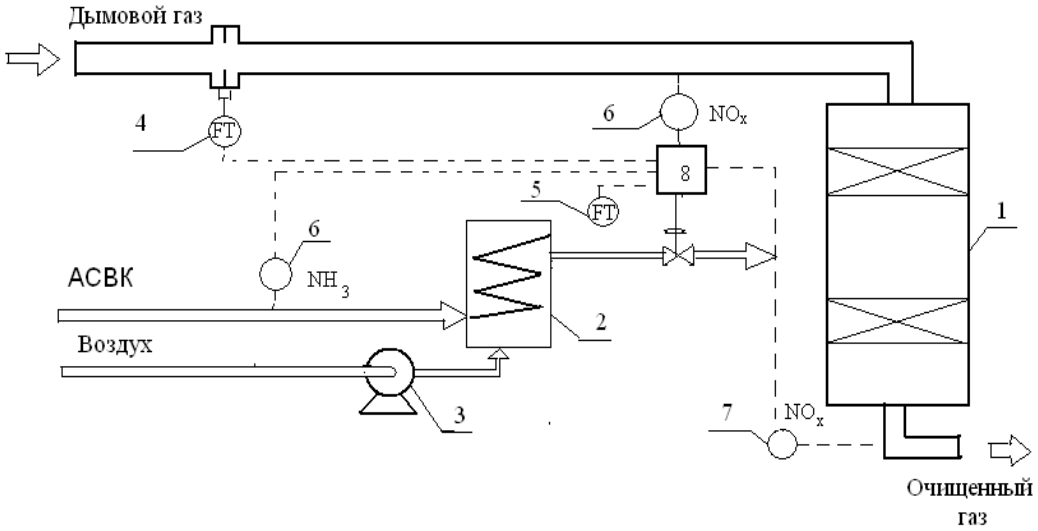


Рисунок 3. Принципиальная схема очистки дымовых газов от оксидов азота

1- реактор; 2 - теплообменник; 3 - воздуходувка; 4 - датчик расхода дымового газа; 5-датчик расхода АСВК; 6 - газоанализатор содержания аммиака; 7 - газоанализатор содержания оксидов азота; 8 - блок управления.

В результате каталитического окисления компонентов газовой смеси со степенью конверсии в двуокись углерода и воду на уровне не ниже 96 % содержание загрязнителей на выходе из реактора – дожигателя снижается до 0.5 г/с. Таким образом, в сравнении с известными техническими

решениями, предложенная конструкция реакторного блока отличается простотой исполнения и более эффективна при каталитической очистке абгаза, выходящего с узла абсорбции формальдегида.

С целью очистки дымовых газов аммиачного производства от оксидов азота был разработан оригинальный способ, схема представлена на рис.3.

Поток очищаемых газов смешивается с воздухом и аммиаксодержащим восстановительным компонентом (АСВК), в качестве которого используют танковые газы производства аммиака, а селективное каталитическое восстановление осуществляют в реакторе при температуре 250 – 450 ^{0}C на катализаторе блочного типа

В отличие от известных методов очистки дымовых газов от оксидов азота предусмотрено их смешения с воздухом и аммиаксодержащим восстановительным компонентом, в качестве которого взяты танковые газы производства аммиака состава, об. %:

аммиак	20 – 30
метан	18 – 24
водород	25 – 35
аргон	3,8 – 4.8
азот	остальное,

а селективное каталитическое восстановление оксидов азота дымовых газов проводят в реакторе при температуре 250 – 350 ^{0}C на вольфрамо-ванадиевом оксидном катализаторе [3 - 5].

Эффективность удаления NO_x на данном катализаторе может достигать 90 % и более с проскоком аммиака ниже 50 ppm, в то время как некаталитические методы характеризуются гораздо меньшей степенью очистки, а проскок аммиака с трудом может быть отрегулирован на приемлемом уровне.

Важно отметить, что в случае предлагаемого способа очистки наряду с аммиаком оксиды азота взаимодействуют и с другими компонентами восстановительной системы, в частности с водородом и метаном.

При этом протекают каталитические химические реакции, конечными продуктами которых являются азот, вода и двуокись углерода.

$$4\ NO + 4\ NH_3 + O_2 \rightarrow 4\ N_2 + 6\ H_2O$$

$$6\ NO_2 + 8\ NH_3 \rightarrow 7\ N_2 + 12\ H_2O$$

$$CH_4 + 4\ NO \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O + 2\ N_2$$

$$CH_4 + 2NO_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O + N_2$$

$$2\ H_2 + 2\ NO \rightarrow 2\ H_2O + N_2$$

$$4\ H_2 + 2\ NO_2 \rightarrow 4\ H_2O + N_2$$

Также найдено, что при полном окислении аммиака, метана и водорода потенциальный рост температуры в зоне реакции составляет 5 – 10 ^{0}C.

В соответствии с приведенной схемой дымовые газы с трубчатых печей, содержащие

O_2	6,2 – 8,2 об. %
H_2O	10,0 – 13,0 об. %
NO_x	200 – 700 мг/м^3
CO_2	4,9 – 6,9 об. %
CO	70 – 150 мг/м^3
SO_2	4,9 – 11,3 мг/м^3
N_2	остальное

и имеющие температуру 290 – 300 ^{0}С смешиваются с воздухом и подогретым до этой же температуры АСВК вышеуказанного состава и направляются в реактор селективного каталитического восстановления. Выбранная температура является оптимальной, так как при ее снижении возможно образование смеси нитрита и нитрата аммония, а в случае более высокой - снизится селективность работы катализатора.

Необходимое массовое соотношение между оксидами азота в дымовых газах и аммиаком в аммиаксодержащем восстановительном компоненте регулируется датчиками расхода, а также газоанализаторами содержания аммиака и оксидов азота, выведенных на блок управления установки. Объем реакторного блока и масса катализатора рассчитываются исходя из количества очищаемых дымовых газов. Расход воздуха преимущественно зависит от содержания монооксида азота в дымовых газах и достигается с помощью воздуходувки.

К достоинствам предлагаемого способа следует отнести тот факт, что степень очистки нитрозных газов регулируется скоростью их подачи в зону реакции и объемным соотношением дымовые газы: аммиаксодержащий восстановительный компонент.

Таким образом, в результате проведенного исследования предложены высокоэффективные каталитические способы нейтрализации смогообразующих газов – формальдегида и оксидов азота со стационарных источников. Их внедрение на промышленных предприятиях г. Тольятти позитивно отразится на экологической обстановке в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев С.В., Рощенко О.С., Калинин С.А. Каталитические способы снижения выбросов формальдегида для предотвращения фотохимического смога**.** /Сб. докладов 16-ой Межд. научно-практ. конф. «Древесные плиты: теория и практика».20-21.03.13. г. С.-Петербург. С.-ПбЛТА. 2013. С.92 – 95.

2. Пат. на полезную модель RU№128836. МПК B 01J 8/08. Реакторный блок./Афанасьев С.В., Махлай С.В., Асташкин А.В., Рощенко О.С. №2012153518. Заявл. 11.12.12, опубл. 10.06.13.

3. Справочник азотчика. Изд. 2-е переработанное. М.:Химия.1986.- 512 с.

4. Пат. на изобретение RU№2296000 России, МПК B 01 D 53/56, B 01 D 53/86, B 01 J 23/16. Способ очистки дымовых газов от оксидов азота. /Афанасьев С.В., Махлай В.Н., Буданов Ю.Н., Лисовская Л.В.№2005124644. Заявл. 03.08.05, опубл. 27.03.07. Бюл. №9.

5. Афанасьев С.В., Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере. Учебник./ Самара. Изд-во Сам. научн. центра РАН. 2014 – 195 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INDUSTRIAL MOUNTS IN PRODUCTION OF UREA-FORMALDEHYDE CONCENTRATE (UFC-85)

S.V. Afanasyev[1], O.S. Roshchenko[1], S.V. Sergeyev[2]
[1]JSC «Togliattiazot», Togliatti, Russia
[2]JSC GIAP, Moscow, Russia

The main vessels for production of urea-formaldehyde concentrate – reactor of oxidative dehydrogenation of methanol into formaldehyde and absorber column vindicated by the RF patents are designed. The indicated innovative developments are implemented at JSC «Togliattiazot» during construction of two units of UFC-85 production with the capacity of 25 thousand tons per year each.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ АППАРАТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КФК-85

С.В. Афанасьев[1], О.С. Рощенко[1], С.П. Сергеев[2]
[1]ОАО «Тольяттиазот», г. Тольятти, Россия
[2]ОАО «ГИАП, г. Москва, Россия

Разработаны основные аппараты для производства карбамидоформальдегидного концентрата – реактор окислительного дегидрирования метанола в формальдегид и колонна абсорбции, защищенные патентами РФ. Указанные инновационные разработки внедрены в ОАО «Тольяттиазот» при строительстве двух установок КФК-85 производительностью 25 тысяч тн/год каждая.

Технологические процессы окисления метанола в формальдегид с применением металлооксидных катализаторов широко используется в нашей стране и за рубежом, например, при синтезе карбамидоформальдегидного концентрата, используемого в производстве древесностружечных и волокнистых плит [1-4].

Принципиальная схема одного из них приведена на рис.1. Она была разработана в ОАО «Тольяттиазот» и впервые в России реализована на данном предприятии.

Основным аппаратом данной установки является реактор окислительного дегидрирования метанола в формальдегид.

В настоящее время наибольшее распространение получили три типа реакторов [2].

1. Трубчатые аппараты типа теплообменника, где катализатор расположен в трубках малого диаметра, в межтрубном пространстве находится теплоноситель, охлаждающий катализатор и продукты реакции. Процесс в этих

реакторах выполняется с внутренним теплоотводом в условиях, близких к изотермическим.

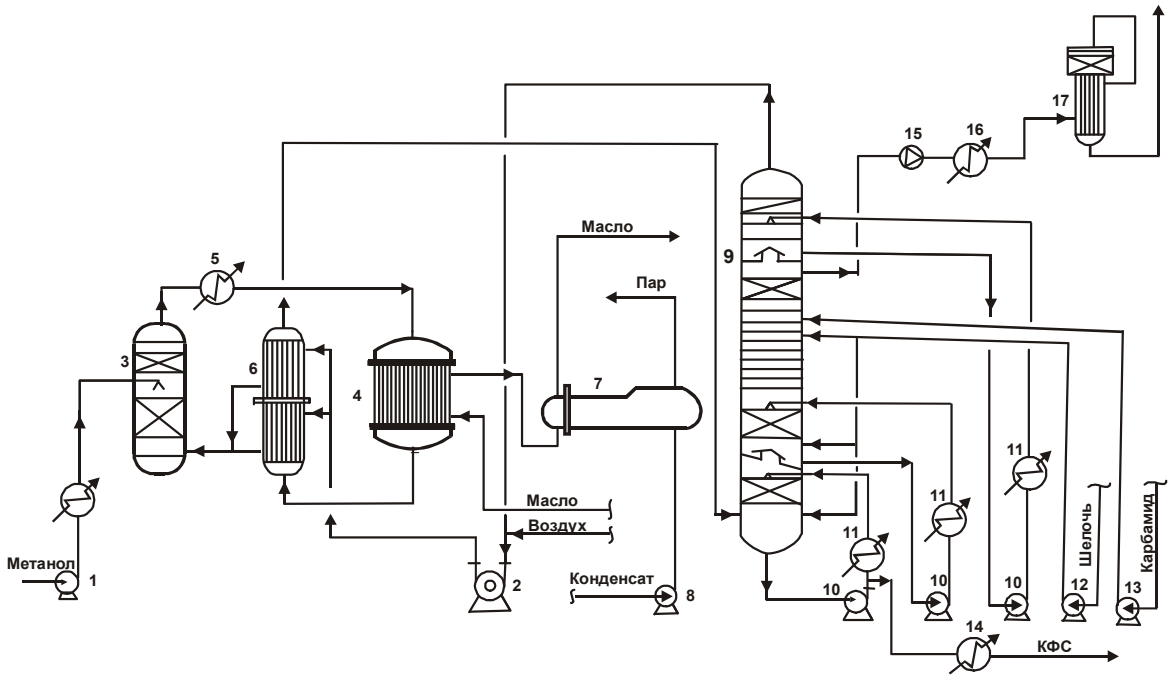


Рисунок 1. Технологическая схема получения карбамидоформальдегидного концентрата в ОАО «Тольяттиазот»; 1 - насос метанола; 2 - нагнетатель смеси воздуха с обгазом; 3 - спиртоиспаритель; 4 - реактор; 5 - подогреватель спирто-воздушной смеси; 6 - теплообменник; 7 - парогенератор; 8 - насос конденсата; 9 - абсорбер; 10 - циркуляционный насос абсорбера; 11 - теплообменник; 12 - насос щелочи; 13 - насос карбамидного раствора; 14 - холодильник КФК-80; 15 - вентилятор; 16 - подогреватель газов; 17 - реактор каталитического дожига газов.

2. Комбинированные реакторы, где вначале расположена трубчатая часть по первому типу реактора, а затем один слой катализатора, в котором происходит доокисление не прореагировавшего в трубчатой части реактора метанола.

3. Многослойные, многополочные, многосекционные реакторы с несколькими слоями катализатора, где каждый его слой работает без охлаждения с адиабатическим разогревом продуктов реакции и охлаждением их после каждого слоя. Процесс в этих конструкциях реакторов предусматривает промежуточное охлаждение продуктов реакции.

В первом и втором типах реакторов в межтрубном пространстве находится жидкий теплоноситель, снимающий основное количество тепла экзотермических реакций.

В связи с тем, что максимум температуры находится в средней части контактного аппарата и здесь же находится область максимальной параметрической чувствительности, ввод жидкого теплоносителя выгоднее производить именно в центральную часть межтрубного пространства, а вывод осуществлять снизу и сверху.

Это обстоятельство было учтено авторами [5] при разработке усовершенствованной конструкции контактного аппарата окислительного дегидрирования метанола производительностью не менее 25 тыс.т. в год при пересчете на карбамидоформальдегидный концентрат марки КФК-85 (Рис. 2).

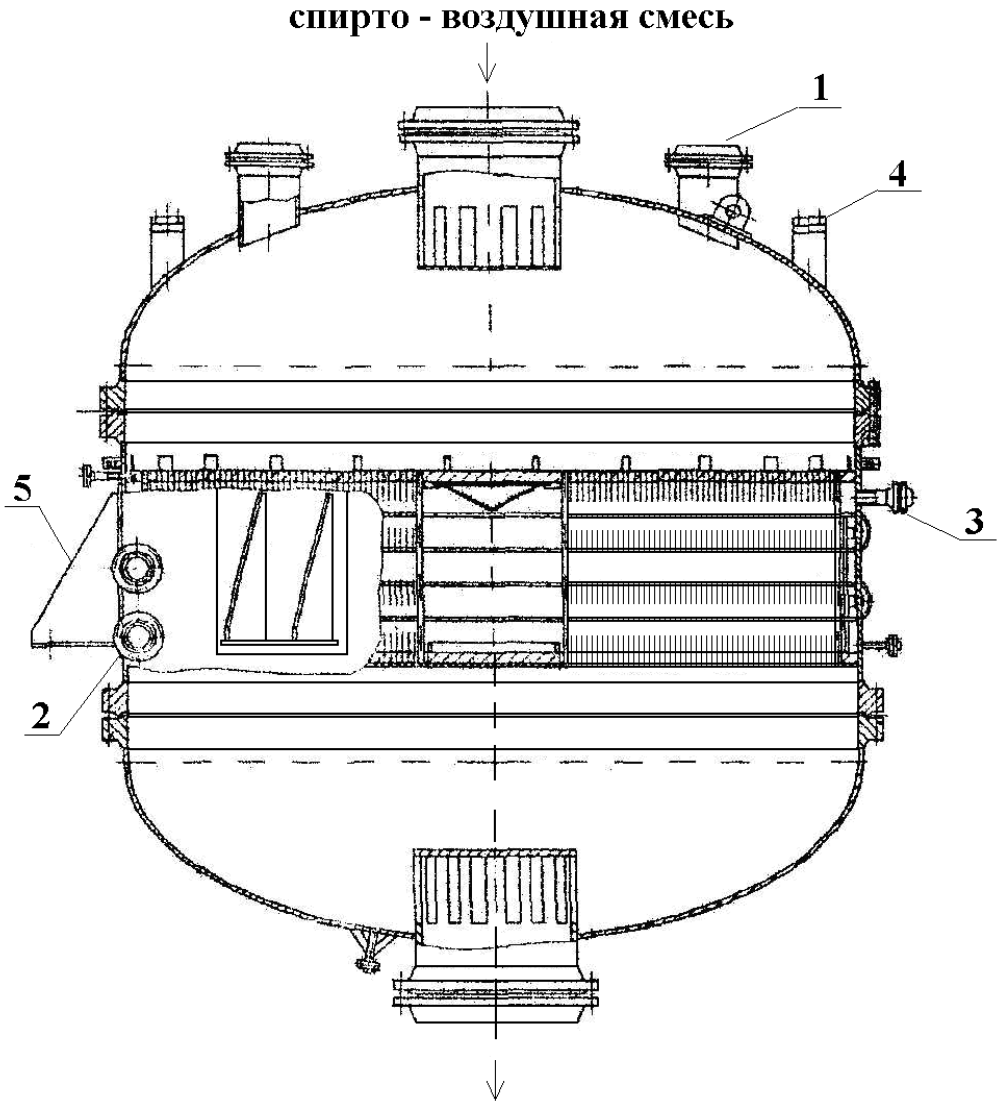


Рисунок 2. Реактор окислительного дегидрирования метанола в формальдегид конструкции ОАО «Тольяттиазот»

Для достижения требуемых производственных показателей процесса превращения метанола в формальдегид ими предложен принципиально новый аппарат, в котором в трубных досках установлены около 10000 трубок с диаметром 25х2 мм, имеющих площадь теплообмена 800 м^2 [5]. Трубная доска разделена на секторы, в каждом из которых находится по 900 шт. отверстий.

Реакторные трубки заполнены гранулами железо-молибденового катализатора марки КН-26С фирмы Персторп Формокс в виде полых цилиндров, содержащего 80 % мас. MoO_3 и 20 % мас. Fe_2O_3, а верхняя часть – инертной керамической насадкой. В каждом секторе имеется часть незаполненных трубок, которые предназначены для установки термопар.

Реактор снабжен штуцерами ввода теплоносителя (симметрично по два в каждую из зон) и двенадцатью штуцерами вывода теплоносителя из центрально расположенной перфорированной трубы аппарата. Для защиты реактора от разрушения при взрыве газовой смеси на верхней крышке установлены предохранительные мембраны с давлением срабатывания 0,41 – 0,51 МПа.

Жидкий теплоноситель подается в межтрубное пространство четырех зон, расположенных одна над другой, радиально по периферии трубного пучка.

Реактор работает следующим образом.

В верхнюю часть контактного аппарата подается подогретая до 190 – 210°С спиртовоздушная смесь, содержащая 6 – 8 % об. метанола и 8 – 11 % об. кислорода. При температуре 220 – 240 °С (условие зажигания катализатора) в верхней зоне трубного пучка начинается процесс образования формальдегида, сопровождающийся большим выделением тепла. Съем тепла осуществляется подачей масла АМТ- 300У во все четыре зоны реактора.

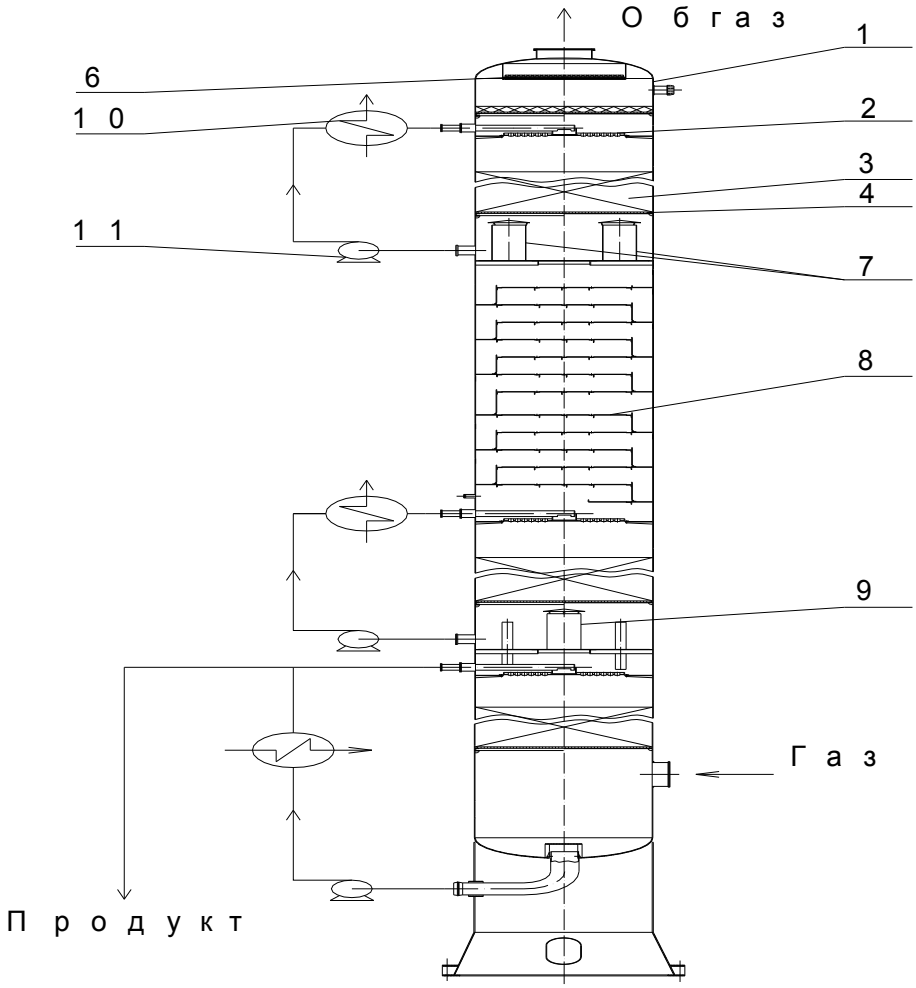


Рисунок 3. Колонна абсорбции формальдегидсодержащего газа

1 – цельносварной корпус; 2, 5 – распределительные устройства; 3 – насадка; 4 – опорные решетки; 6 – каплеотбойник; 7,9 – камеры для уровнемеров; 8 – тарельчатая зона; 10 – пластинчатый теплообменник; 11 – циркуляционный насос.

Проходя через межтрубное пространство к центру аппарата, теплоноситель поступает в котел-утилизатор, где аккумулированное тепло расходуется на производство пара. Состав газовой смеси на выходе из реактора определяется профилем температуры по высоте аппарата, который в свою очередь зависит от содержания метанола и кислорода в спиртовоздушной смеси, нагрузки на аппарат, активности железо-молибденового катализатора, температуры и объема теплоносителя, поступающего в межтрубное пространство.

Для аппарата, выведенного на оптимальный режим работы, конверсия метанола в формальдегид достигает 95 %.

На рис.3 показан общий вид абсорбционной колонны улучшенного типа, рассчитанной на выпуск 25 тысяч тн/год карбамидоформальдегидного концентрата марки КФК-85.

Она представляет стальной теплоизолированный аппарат диаметром 2600 мм и высотой 36740 мм. Внутри него расположены три тарелки, предназначенные для распределения потоков жидкой фазы, поступающих на насадочные секции. В качестве насадки использованы кольца Палля из нержавеющей стали, насыпанные в несколько слоев на решетки, приваренные к корпусу. Между насадочными секциями находятся камеры с уровнемервми, предназначенные для поддержания необходимого уровня жидкой фазы по высоте массообменного аппарата [6].

В колонне имеется тарельчатая зона, состоящая из двенадцати тарелок на которые осуществляется подача раствора карбамида с концентрацией 50 – 64 % масс. и 6 – 10 % -ного водного раствора щелочного агента.

Поддержание необходимой температуры жидкой фазы в насадочных секциях достигается путем циркуляции жидкой фазы через пластинчатые теплообменники 10 с помощью насосов 11.

Реакторы рассмотренных конструкций успешно эксплуатируются в ОАО «Тольяттиазот» при выпуске карбамидоформальдегидного концентрата. Они могут найти применение при синтезе безметанольного формалина в производстве изопрена и других отраслях промышленности. К их достоинствам относятся пониженный расход метанола на единицу производимой продукции, более длительный срок эксплуатации железомолибденового и платинового катализаторов, ничтожно малое влияние на окружающую среду [7].

В случае необходимости они могут быть также использованы и для организации производства безметанольного концентрированного формалина повышенной мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Патент на изобретение RU № 2142964 России, МПК: С 08 G 12/12.Способ получения карбамидоформальдегидного концентрата./С.В. Афанасьев, В.Н. Махлай, С.П. Матюнин и др. №98103556. Заявл.11.03.98, опубл. 20.12.99. Бюл. №35.

2.Махлай В.Н., Афанасьев С.В. Химия и технология карбамидоформальдегидного концентрата. Монография. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2007. - 234 с.

3.Патент на изобретение RU № 2196147 России, МПК: C 08 G 12/12.Способ получения карбамидоформальдегидного концентрата./С.В. Афанасьев, В.Н. Махдай, В.А. Семенова. №2001102173. Заявл. 25.01.2001, опубл. 10.01.2003. Бюл. №1.

4.Афанасьев С.В., Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере. Учебник./ Самара. Изд-во Сам. научн. центра РАН. 2014 – 195 с.

5. Патент на полезную модель RU №40012 России, МПК: B 01 J 8/08. Реактор / В.Н. Махлай, А.В. Макаров, С.В. Афанасьев и др.. №2004105469. Заявл. 01.03.04, опубл. 27.08.04. Бюл. №24.

6. Патент на полезную модель RU №66224 России: МПК B 01 J 8/08. Колонна абсорбции. /Афанасьев С.В., Махлай В.Н., Семенова В.А., Салабаев Е.А. №2007113494. Заявл. 11.04.07, опубл. 10.09.07.

7.Афанасьев С.В., Махлай С.В. Карбамидоформальдегидный концентрат. Технология. Переработка./ Самара. Изд-во Сам. научн. центра РАН. 2014 – 298 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

LINE OF METHANOL RECOVERY FROM TANK BREATHING VAPOR

S.V. Afanasyev[1], S.A. Saykin[2], O.S. Roshchenko[2]
[1]Togliatti State University, Russia
[2]JSC «Togliattiazot»

The efficient way of methanol recovery from tank breathing vapor by means of improvement of absorber column and integration of brazed plate heat exchanger into the process flow diagram is suggested. Its integration will allow recovering of 2500 tons of methanol and preventing of troposphere pollution by smog-forming gas. At the same time the probability of fire and explosion hazards will decrease due to integration of fire preventing device into the process flow diagram.

ЛИНИЯ УЛАВЛИВАНИЯ МЕТАНОЛА ИЗ ПАРОВ ДЫХАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ

С.В. Афанасьев[1], С.А. Сайкин[2], О.С. Рощенко[2]
[1]Тольяттигский государственный университет, Россия
[2]ОАО «Тольяттиазот»

Предложен эффективный способ очистки паров дыхания резервуаров от метилового спирта путем совершенствования абсорбционной колонны и включения в технологическую схему компаблока. Его внедрение позволит возвратить в производственный процесс около 2500 тн метанола и предотвратить загрязнение тропосферы смогообразующим газом. Одновременно с этим снизится вероятность возникновения пожаро-взрывоопасных ситуаций за счет включения в технологическую схему огнепреградителей.

Интенсивный рост населения планеты, развитие научно-технического прогресса и промышленности за последние сто лет привели к тому, что в мире постоянно увеличивается производство легколетучих пожаро-, взрывоопасных жидкостей (ЛВЖ). При их производстве, хранении и транспортировке в атмосферу ежегодно поступают десятки миллионов тонн оксидов углерода, азота, и других токсичных соединений.

Для получения крупнотоннажных химических продуктов в качестве сырьевого компонента зачастую используют природный газ, при каталитической конверсии которого в печах риформинга образуется так называемый синтез-газ. На его основе можно производить обширную группу химических веществ – аммиак, метанол, уксусную кислоту и пр.

Метанол, или метиловый спирт относится к ЛВЖ и является одним из базовых продуктов химической промышленности и применяется в различных технологических процессах, как исходное сырьё для разнообразных синтезов. Рост потребностей в метаноле во многих странах приводит к постоянному увеличению объёмов его производства, мест для складирования и вызывает необходимость в транспортировке. В настоящее время производство метанола в России составляет около 4 млн.тонн/год, а в мире - около 40 млн.тонн/год. Одним из крупнейших производителей в России является ООО «ТОМЕТ», на площадке которого введены в эксплуатацию два агрегата суммарной производительностью около 800 тыс. тн/год. Большой вклад в разработку инновационных технических решений и их внедрение внесен В.Н. Махлаем, С.В. Афанасьевым. Производственный процесс включает конверсию природного газа, синтез метанола сырца и его ректификацию, перекачку товарного продукта на склад и отгрузку потребителям железнодорожным транспортом [1-4].

Особую опасность при этом представляют чрезвычайные ситуации, связанные с выбросом в техносферу 2600 тн/год паров метанола, что приводит не только к потерям товарного продукта, но и возникновению целого комплекса поражающего воздействия: взрывы, пожары, токсические поражения людей и животных, загрязнение окружающей среды за короткое время и в больших масштабах [5 - 7].

Разработка системы улавливания паров и рециклинга в товарный продукт является необходимым условием, обеспечивающим повышение промышленной безопасности агрегатов метанола и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду в г.о. Тольятти и на прилегающей территории.

При выполнении данного исследования проанализированы объем выбрасываемых в тропосферу метанолсодержащих газов, пожарная опасность технологического оборудования, описанные в патентной и технической литературе промышленные способы очистки газов дыхания резервуаров.

Большинство рекомендованных способов базируется на конденсации ЛВЖ из захоложенного газового потока.

На установке заправки топливом для снижения выбросов горючих газов предлагается использовать жидкий азот, парами которого заполняют емкость установки при ее опорожнении [8]. Газообразный азот, содержащий пары ЛВЖ, сбрасывают в атмосферу через обратный клапан, что вызывает загрязнение окружающей среды и способствует образованию смога в ясную солнечную погоду [9].

Более совершенным по технической сущности является способ улавливания метанола из парогазовой смеси при его хранении и перевалке, описанный в [10].

Его авторами предлагается проводить отбор паров парогазовой смеси из складских резервуаров, ее охлаждение в блоке конденсации паров,

состоящем из емкости охлажденного метанола и установленной на нем насадочной колонны путем подачи в нее захоложенного метанола.

Существенными недостатками предлагаемой рекуперационной технологии является недостаточно высокая эффективность насадочной колонны и несовершенства теплообменного цикла используемого оборудования, а также повышенная пожаро-, взрывоопасность установки.

В частности, в зависимости от температуры захолаживающей жидкости остаточное содержание метанола в выбрасываемом газе может варьировать от 0,47 до 1,106 об. %.

Целью работы является повышение эффективности извлечения метилового спирта из газов дыхания резервуаров и снижение пожаро- и взрывоопасности.

Указанная цель достигается тем, что линия улавливания паров метанола включает абсорбционную колонну, содержащую насадочную и тарельчатую секции и компаблок, выполняющий функции теплообменника и связанный с холодильной машиной. Для обеспечения пожаро – и взрывобезопасности предусмотрены сетчатые огнепреградители.

На рисунке изображена принципиальная схема установки.

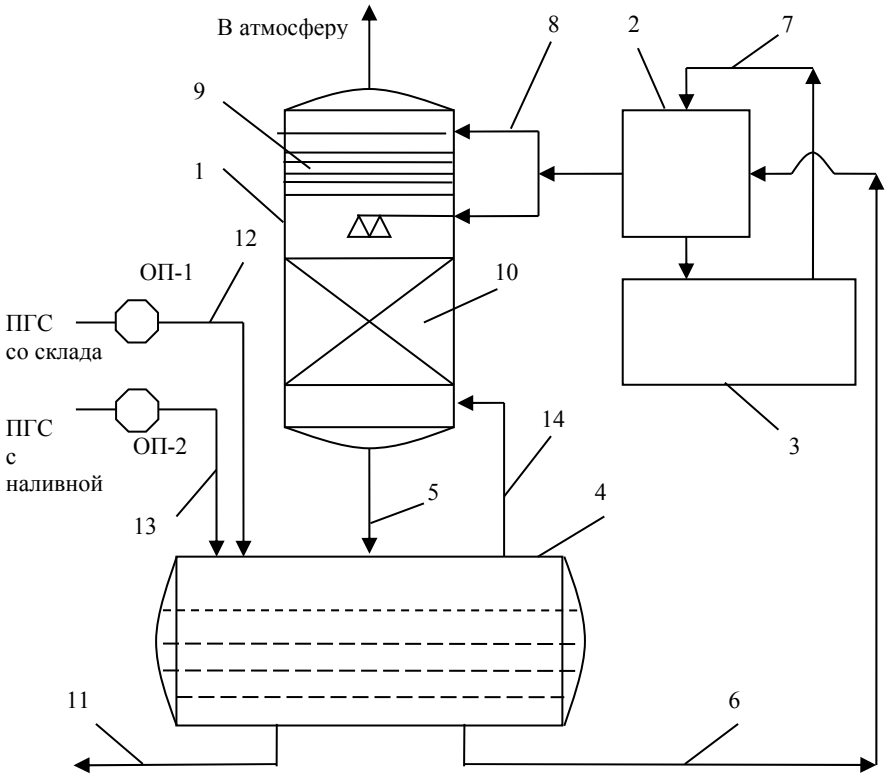


Рисунок 1 – абсорбционная колонна, 2 – компаблок, 3 - холодильная машина, 4 - сборник охлажденного метанола, 5 - трубопровод слива метанола, 6 - трубопровод подачи абсорбента (метанола) на охлаждение, 7 - трубопровод циркуляции хладогента, 8 - трубопровод подачи охлажденного адсорбента на орошение, 9 - тарельчатая часть колонны, 10 – насадочная часть колонны, 11 – трубопровод подачи жидкого метанола на склад, 12 и 13

– трубопроводы подачи паро-газовой смеси (ПГС), 14 – трубопровод подачи ПГС в колонну, ОП-1 и ОП-2 – огнепреградители.

Предлагаемое усовершенствованное техническое решение осуществляется следующим образом: 775 м^3 парогазовой смеси (ПГС), содержащей 250 г метанола/м^3, непрерывно подают вентиляторами по трубопроводам ***12*** и ***13*** из резервуарного парка хранения (склада) и эстакады налива метанола (на схеме не показаны) в емкость охлажденного метанола ***4*** и далее в нижнюю часть абсорбционной колонны ***1***. В верхнюю тарельчатую ***9*** и нижнюю насадочную ***10*** секции абсорбционной колонны противотоком по трубопроводу ***8*** поступает жидкий метанол, выполняющий роль абсорбента. Конденсация метанола, содержащегося в газовой фазе, происходит при ее контакте с охлажденным метанолом. Очищенный абгаз отводится в атмосферу из верхней части абсорбционной колонны.

Процесс захолаживания жидкого метанола в емкости 4 осуществляется его подачей по трубопроводу ***6*** в компаблок ***2***, через который циркулирует хладагент с температурой минус 25^{0}С по контуру холодильная машина ***3*** – трубопровод *7* – компаблок ***2***. Для предотвращения распространение пламени на трубопроводах ***12*** и ***13*** установлены огнепреградители ***ОП-1*** и ***ОП-2***.

Содержание метанола в газовой смеси на выходе из установки составляет 4 г/м^3, а степень очистки – 98,4 %.

Объем извлекаемого метанола из парогазовой смеси равен 2558 тн/год.

При снижении температуры хладагента эффективность очистки ПГС возрастает, что иллюстрируется данными таблицы 1.

Таблица 1

Температура хладагента, ^{o}С	Температура абгаза на выходе из абсорбционной колонны, ^{o}С	Степень очистки ПГС, %		Остаточное содержание метанола в ПГС, г/м^3
		прототип	новый вариант	
-25	-19	98,190	98,4	6,1
-30	-24	98,773	99,00	3,8
-36	-30	99,300	99,45	2,1

Из нее следует, что реализация предложенного технического решения позволит существенно сократить выбросы метилового спирта в тропосферу по сравнению с прототипом.

ВЫВОДЫ

Разработан эффективный способ очистки паров дыхания резервуаров от метилового спирта путем модернизации абсорбционной колонны и включения в технологическую схему компаблока. Его внедрение позволит возвратить в производственный процесс около 2500 тн метанола и предотвратить загрязнение тропосферы смогообразующим газом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на изобретение RU №2331625. Способ получения метанола. МПК C 07 C 31/04, C 07 C 29/151/ С.В. Афанасьев, В.Н. Махлай, В.А. Семенова, А.В. Макаров. №2006106110/04. Заявл. 28.02.06, опубл. 20.08.08. Бюл.23. 20.08.2008.

2. Патент на изобретение RU №2331626. Способ получения метанола. МПК C 07 C 31/04, C 07 C 29/151/ С.В. Афанасьев, В.Н. Махлай, В.А. Семенова, В.А. Казачков, М.С. Капитонов. № 2007113495/04. Заявл. 11.04.07, опубл. 20.08.08. Бюл.23. 20.08.2008.

3.Афанасьев С.В. Энергосберегающая технология синтеза метанола.// Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т.16. №1(6).С.1685 - 1688.

4. Патент на изобретение RU №2404116.Способ подготовки природного газа с получением метанола. МПК C01B 3/38.C07C 31/04./С.В. Афанасьев, В.Н. Махлай, А.В. Кобылин. №2009124361/05. Заявл.25.06.09, опубл. 20.11.10. Бюл. №32.

5.Афанасьев С.В., Казачков В.А. Получение метанола как способ связывания парникового газа CO_2./ Сборник трудов IV Межд. экологического конгресса «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов».18-22 сентября 2013 г. г. Тольятти, ТГУ. 2013.Т. 5. С.16 – 21.

6.Афанасьев С.В., Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере. Учебник/ Самара. Изд-во Самарского научн. центра РАН. 2014 - 195 с.

7.Трифонов К.И., Афанасьев С.В., Катышев С.Ф. Естественные и техногенные источники загрязнения биосферы. Учебник/ Самара. Изд-во Самарского научн. центра РАН. 2014 - 148 с.

8.Патент на изобретение RU №2114051, МПК B67D5/54, B67 D 5/60, B67 D 5/62. Способ возврата паров к установке заправки горючим./ А.Б. Ленский, В.Н. Криштал, Б.О. Белорусец и др. №96120999/13. Заявл. 25.10.96, опубл. 27.06.98.

9. Трифонов К.И., Кузнецова А.И., Рощенко О.С., Афанасьев С.В. Мониторинг формальдегида в атмосферном воздухе в городах Российской Федерации.// Известия Самарского научного центра РАН. 2014. №1(7). С.1862 - 1864.

10. Патент на изобретение RU № 2532431.МПК C07C31/04, B01D5/00. Способ улавливания метанола из парогазовой смеси при его хранении и перевалке. /А.В. Асташкин, А.В. Храмов, А.А. Черных и др. №2013125638/04. Заявл. 03.06.13, опубл. 10.11.14.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

ON SOME ASPECTS OF FIRE EXTINGUISHING BY FLUOR ORGANIC SAS AT THE CHEMICAL PRODUCTION SITES

S.V. Afanasyev, E.V. Trofimova, G.I. Merzlikina
JSC «Togliattiazot», Togliatti, Russia

The design features of well-known foam-generators have been considered with regards to their advantages and disadvantages. The improved edition has been suggested and implemented which ensures generation of foam of low and average compression ratio with stable parameters. The assumption has been made and confirmed concerning change of characteristics of fluor organic foam-generator on protein basis during the guarantee storage period. The conclusion has been made on necessity of periodical testing.

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ФТОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПАВ НА ХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

С.В. Афанасьев, Е.В. Трофимова, Г.И. Мерзликина
ОАО «Тольяттиазот», г. Тольятти, Россия

Рассмотрены конструктивные особенности известных пеногенераторов, их достоинства и недостатки. Предложен и реализован усовершенствованный вариант, обеспечивающий получение пен низкой и средней кратности со стабильными параметрами. Высказано и подтверждено предположение об изменении свойств фторорганического пенообразователя на протеиновой основе в течении гарантийного срока хранения. Сделан вывод о необходимости проведения периодических испытаний.

Большинство производимых в России пенообразователей, содержащих фторированные ПАВ, изготавливаются на зарубежном сырье. Проблемы экологии, связанные с их применением (токсичность, канцерогенность), обсуждаемые в США и европейских странах, требуют решения и в России. Фторированные поверхностно-активные вещества, входящие в состав пенообразователей являются биологически неразлагаемыми продуктами, которые попадают в почву и водоемы и, не подвергаясь биораспаду бактериями на очистных сооружениях, способны нанести колоссальный вред окружающей среде [1].

По указанной причине их рекомендуют применять на тех объектах, где нельзя без них обойтись. В соответствии с рекомендациями ВНИИПО МЧС РФ израсходованный на тушение пожара пенообразователь должен быть собран и отправлен на завод для переработки или на полигон захоронения химических отходов.

Согласно ГОСТ 50588-12 фторированные пенообразователи подразделяются на две группы – синтетические и на протеиновой основе. Представители каждой из них имеют достоинства и недостатки. В последние годы предпочтение отдается первым, так как они более стабильны при хранении.

Огнетушащие свойства фторорганических ПАВ основаны на применении пен низкой и средней кратности, которую получают с помощью пеногенераторов определенной конструкции путем подачи на них пенообразователя и воды в требуемой пропорции.

В 2000 году в ОАО «Тольяттиазот» был построен агрегат метанола мощностью 450 тысяч тн/год, на котором особую пожарную опасность представляют склад метанола и отделение компрессии синтез-газа. И в том и другом случае проектом было предусмотрено использование фторорганического ПАВ на протеиновой основе типа FFFP марки Полипетрофильм, который должен обеспечивать получение пены средней кратности.

В соответствии с этим была поставлена задача разработки конструкции пеногенератора, а также изучения свойств указанного пенообразователя в процессе его длительного хранения в условиях знакопеременных температур.

В патентной литературе дано описание некоторых пеногенерирующих устройств. В частности, рассмотрена конструкция пеногенератора для образования пены [2], содержащая смесительную камеру со средством подвода газовой фазы и распылителем пенообразующего раствора, камеру насыщения с соплами подачи сжиженного инертного газа и пеногенерирующую сетку, причем камера насыщения установлена за смесительной камерой по ходу движения газа, а сетка размещена между камерами. Его существенным недостатком является то, он не дает устойчивую и низкократную пену, пригодную для использования в технологии пенобетона.

Более надежная конструкция заложена в пеногенераторе [3], содержащем корпус с входным и выходным патрубками, между которыми установлены сетки, узел насадок и турбовентилятор, причем лопасти турбовентилятора выполнены со свесами в вентиляторной части.

При его использовании также не устраняется неоднородность получаемой пены, что не позволяет достигнуть высокой эффективности при тушении пожаров.

Отмеченные негативные моменты были устранены в пеногенераторе, конструкция которого предложена авторами [4].

Он включает корпус с пакетом сеток, диффузор, входной и выходной патрубки, камеру предварительного смешения с устройством для получения

пеновоздушной смеси, полость диффузора заполнена волокнистым материалом, а камера предварительного смешения дополнительно содержит полое кольцо с отверстиями на внутренней стенке в виде сопел. Устройство для получения пеновоздушной смеси представляет собой турбинки, которых установлено не менее двух на одной оси в отверстии полого кольца с возможностью их вращения в противоположные стороны. Сопла расположены тангенциально или под острым углом к касательной обода каждой турбинки, а в нижней части камеры предварительного смешения установлен патрубок подвода сжатого воздуха. Кроме того, количество сеток Y в пакете выбрано из уравнения $Y=Kx+1$,

где x- размер отверстий сеток, мм;

K - постоянный коэффициент, зависящий от соотношения размера отверстий в сетках и количества сеток, равный 82,7;

Пеногенератор работает следующим образом. Пенообразующая жидкость под давлением из патрубка подается в полость полого кольца и оттуда через сопла на лопатки турбинок. За счет ударного воздействия струй жидкости на лопатки возникает направленное силовое поле, при этом турбинки приобретают вращательное движение, причем в противоположные стороны за счет расположения сопел. Лопатками раствор пенообразователя отбрасывается навстречу друг другу и подхватывается потоками воздуха, направляемого под давлением. При этом происходит интенсивная гомогенизация и получение однородной пеновоздушной смеси, которая направляется в диффузор, заполненный волокнистым материалом. В диффузоре происходит первичное дробление пены и ее стабилизация.

Эффективность данного пеногенерирующего устройства определяется количеством сеток и расстоянием между ними, что создает определенные трудности при сборке изделия и при получении пены средней кратности. К тому же при использовании не фторированных ПАВ получаемая пена недостаточно эффективна для ликвидации пожаров внутри производственных помещений.

Указанное обстоятельство было учтено нами при усовершенствовании конструкции пеногенератора.

Предложенное устройство включает короб с закрепленным в нем узлом распылительных сопел с завихрителями потока поступающего пенообразователя, расположенных под определенным углом к плоскости их вращения, причем по периметру сопел установлена перфорированная труба для подачи углекислого газа в пространство между узлом распылительных сопел и сетчатым рассекателем формирующейся пены (Рис.1,2).

Последний изготовлен в виде сетчатой гофры и содержит 64000 прямоугольных ячеек размером 3 х 3 мм [5].

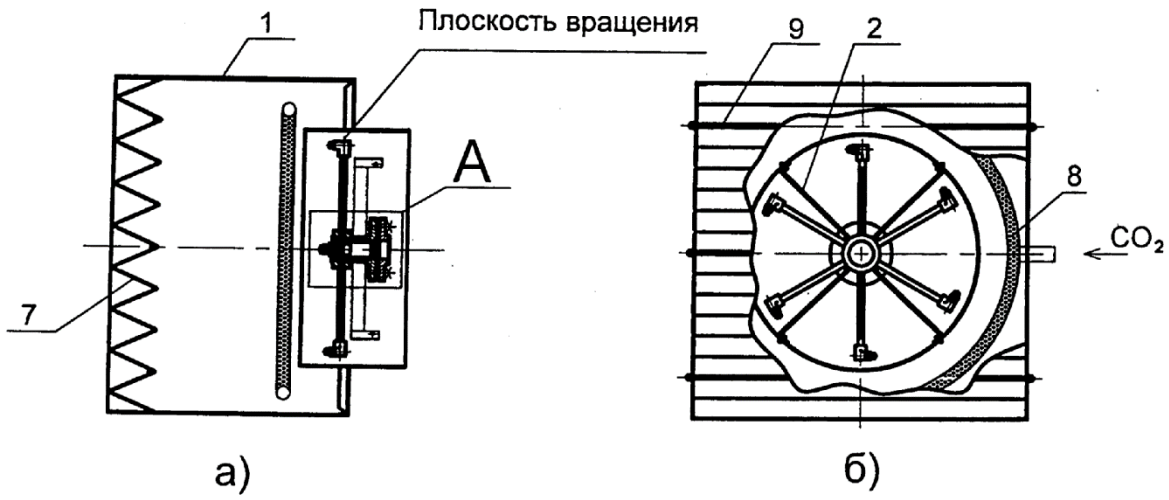


Рисунок 1. Конструкция пеногенерирующего устройства

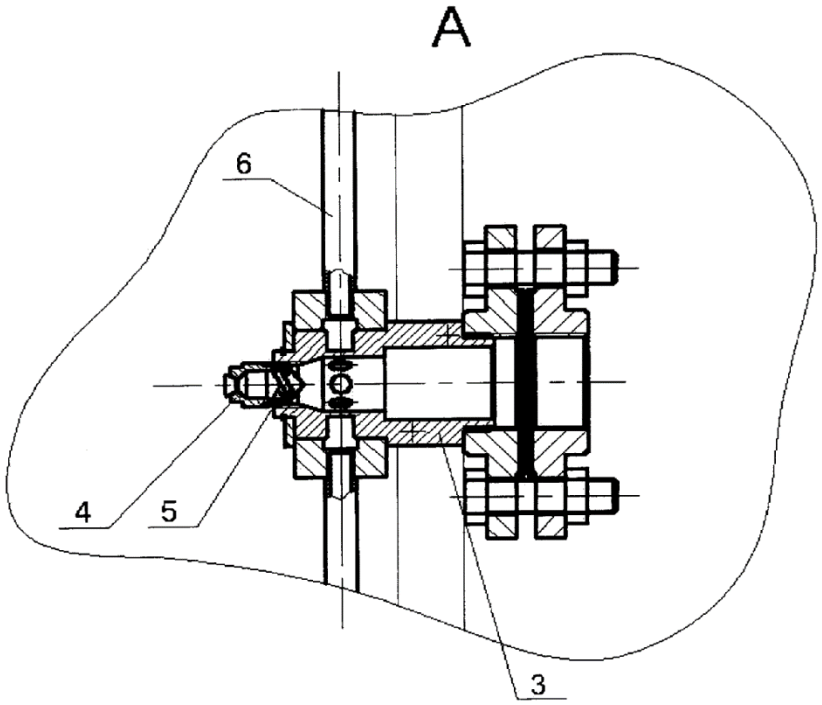


Рисунок 2. Распылительное сопло с завихрителем потока

Сущностью инновационного технического решения является пеногенератор, включающий цилиндрический или прямоугольный короб ***1*** с закрепленным на кронштейне ***2*** узлом распыления раствора пенообразователя ***3*** в виде симметрично расположенных сопел ***4***, установленных под углом 45 – 60° к плоскости их вращения и снабженных завихрителями потока ***5,*** а также трубками поступления пенообразователя ***6***, причем по периметру их вращения смонтирована перфорированная труба *7* для подачи углекислого газа в пространство между узлом распылительных

сопел и рассекателем формирующейся пены ***8***, имеющим форму сетчатой гофры ***9***.

Предлагаемое пеногенерирующее устройство работает следующим образом.

С помощью стационарного насоса или пожарной машины на сопла пеногенератора поступает вода под давлением 0,6 МПа с расходом 160 – 170 л/мин и одновременно с этим в перфорированную трубу начинают подавать углекислый газ или бромистый метил из емкости или сети в количестве до 5 $м^3$. При установившихся потоках воды и CO_2 открывают вентиль на линии подачи фторорганического пенообразователя марки «Полипетрофилм», который образует с водой 6 – 8 %-ный раствор. При его выходе из сопел они приобретают вращательное движение с образованием факела брызг, который с углекислым газом трансформируется в устойчивую пену, заполняющую пространство короба пеногенератора. При прохождении пены через ячейки рассекателя происходит процесс ее калибровки, что придает ей дополнительную устойчивость при хранении.

Образованию тонкодисперсного факела брызг способствует наличие в соплах завихрителей пенообразователя.

Объем образующейся пены составляет 13,2 $м^3$ /мин., что позволяет отнести ее к пене средней кратности (отношение объема пены к объему жидкой фазы, израсходованной на ее формирование, равно 75).

Рассмотренная конструкция пеногенератора сегодня используется на ряде пожароопасных объектов ОАО «Тольяттиазот».

Следует иметь ввиду, что кратность получаемой пены во многом определяется сроком хранения фторорганического ПАВ на протеиновой основе. Для подтверждения этого были отобраны укрупненные образцы Полипетрофильм, хранившегося 15 лет на площадке ОАО «Тольяттиазот» и проведены их расширенные аккредитационные испытания.

Полученные данные представлены в таблице 1. Из нее следует, что фторорганический пенообразователь уже не соответствует требованиям ГОСТ 50588 по ряду важнейших характеристик и не пригоден для тушения горючих жидкостей, смешивающихся с водой (метанол, карбамидоформальдегидный концентрат и др.).

Это указывает на необходимость проведения периодических испытаний данной марки фторорганического ПАВ в течение гарантийного срока, оцениваемого в 16 лет.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования разработано пеногенерирующее устройство, позволяющее получать пены низкой и средней кратности со стабильными характеристиками. Установлено, что в пределах гарантийного срока хранения существенно ухудшаются рабочие свойства пенообразователя Полипетрофильм, что обуславливает необходимость проведения периодических аккредитационных испытаний.

Таблица 1.

Результаты испытаний полипетрофильма в испытательном центре ВНИИПО (образец со склада хранения метанола)

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя	
		ГОСТ 50588	После хранения
1	Концентрация, %	6,5 – 8,5	6
2	pH		8,1
3	Температура застывания. ^{o}C, не выше минус	15	ниже минус 30
4	Поверхностное натяжение, мН/м, не более	17	16,4
5	Кратность пены низкой кратности, не более	20	6,5
6	Кратность пены средней кратности, не менее	40	30
7	Коэффициент растекания водного раствора пенообразователя по поверхности н-гептана при 20^{0}C,мН/м, не менее	0,3	0,09
8	Время тушения н-гептана, подачей пены низкой кратности в слой горючего, не более, с	41	145
9	Время тушения ацетона пеной средней кратности на питьевой воде (стендовая установка), не более, с	120	168

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев С.В., Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере. Учебник. /Самара. Изд-во Сам. научн. центра РАН. 2014 – 195 с.

2. Патент на изобретение RU №2031670. МПК:А 62 С5/02 .Пеногенератор/ Макаров В.Е., Харин В.В. №5032617/12. Заявл. 17.03.92, опубл. 27.03.1995.

3. Патент на изобретение RU №1639669. МПК: А 62 С 5/00. Пеногенератор/Лукашевич П.М., Фокин И.М. №4415619. Заявл. 25.04.1988, опубл. 07.04. 1991.

4. Патент на изобретение RU №2122889. МПК: В 01F3/04. Пеногенератор./Маштаков А.Ф., Ницун В.И., Черных В.Ф. №97116807/25. Заявл. 10.01. 1997, опубл. 10.09.1998.

5. Патент на полезную модель RU №129821. МПК: А 62 С 5/00.Пеногенератор./С.В. Афанасьев. С.В. Махлай. №2013105272/05. Заявл. 07.02.2013, опубл. 10.07.2013.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION AND SOME RESULTS OF MEASUREMENTS OF LOCAL VIBRATION ON THE STEERING WHEEL OF THE CAR

V.O. Bukhonov, A.V. Vasilyev, D.O. Bukhonov
"Institute of Chemistry and Engineering Ecology" LLC, Togliatti, Russia

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА РУЛЕВОМ КОЛЕСЕ АВТОМОБИЛЯ

В.О. Бухонов, А.В. Васильев, Д.О. Бухонов
ООО «Институт химии и инженерной экологии», г. Тольятти, Россия

Воздействие шума и вибрации автомобильного транспорта представляет серьезную проблему не только для окружающей среды, но и с точки зрения негативного влияния на водителя и пассажиров автомобиля [1-10].

Оценка уровней локальной вибрации автомобиля должна выполняться по величинам среднеквадратичных значений корректированного виброускорения, зарегистрированных согласно ГОСТ 31192.1-2004 «Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования», ГОСТ 31192.2-2005 «Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах» в трех взаимно-перпендикулярных направлениях, в двух контрольных точках на рулевом колесе автомобиля согласно схеме (рис.1).

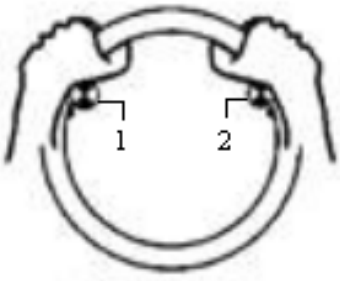


Рисунок 1. Схема расположения контрольных точек на рулевом колесе автомобиля

Уровни виброускорений на рулевом колесе оцениваются на холостом ходу автомобиля с прогретым двигателем. Предварительная калибровка сигнала осуществляется при помощи введения калибровочных поправок по осям.

Запись и измерение уровней виброускорений производятся на трёхканальном анализаторе сигналов. На рулевом колесе устанавливается устройство быстрого крепления, в которое монтируется датчик виброускорений. Крепление датчика виброускорений (акселерометр) производится согласно ГОСТ ИСО 5348-2002 «Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров».

Для повышения достоверности результатов измерений, время каждого измерения составляет 5 мин.

Регистрация и запись виброускорений осуществляется в виде уровней среднеквадратических значений виброускорений действующих в третьоктавных полосах частот, охватывающих частотный диапазон от 0,8…80 Гц.

Оценка измеренных уровней вибрации производится в соответствии со следующими документами:

- ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 31192.1-2004 «Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования»;
- ГОСТ 31192.2-2005 «Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах»;
- ГОСТ ИСО 5348-2002 «Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров»;
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» и др.

Для оценки автомобиля на соответствие требованиям СН 2.2.4/2.1.8.566-96 по транспортной локальной вибрации с помощью выбора цифровых фильтров в анализаторе спектра (для транспортной локальной вибрации: Wh - определяются корректированные по частоте среднеквадратические значения виброускорений, действующие на руки водителя в трех взаимно-перпендикулярных направлениях.

В качестве санитарной нормы, для оценки локальной вибрации, берется нормативная норма, составляющая 115 дБ в направлении вертикальной оси (Z) и 112 дБ в направлении продольной (X) и поперечной (Y) осей координат автомобиля. Расчет погрешности оцениваемых параметров производится исходя из точности приборов, указанной в паспорте.

Далее на примере автомобиля "Лада Гранта" представлены результаты испытаний.

Для измерений локальной вибрации на рулевом колесе использовался анализатор шума и вибрации «Ассистент», комплектация «TOTAL», зав. № 209815, 2015г. (БВЕК.438150-005РЭ. Анализатор шума и вибрации

«Ассистент». Руководство по эксплуатации. Москва: 2012, свид. о поверке № 14 / 0445 от 01.06.2015 до 01.06.2016).

Полученные в результате измерений третьоктавные спектры переписываются из анализатора сигналов в ЭВМ и импортировались в AssistentDataCenter v.1.0 для дальнейшей обработки.

Третьоктавные спектры среднеквадратических значений виброускорений, действующих на рулевом колесе автомобиля по осям "X", "Y", "Z" представлены на рис. 2 - 4.

Корректированные по частоте среднеквадратические значения виброускорения, действующие на рулевом колесе автомобиля в диапазоне частот от 0,8 до 80 Гц, их нормативные значения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений локальной вибрации на рулевом колесе

Корректированное по частоте среднеквадратическое значение виброускорения в частотном диапазоне от 0,8…80 Гц, дБ				
Ось X	Ось Y	Нормативное значение для осей X, Y	Ось Z	Нормативное значение для оси Z
Контрольная точка №1 (согласно схеме)				
118,8	118,3	112	118,8	115
Контрольная точка №2 (согласно схеме)				
119,1	117,4	112	115,6	115

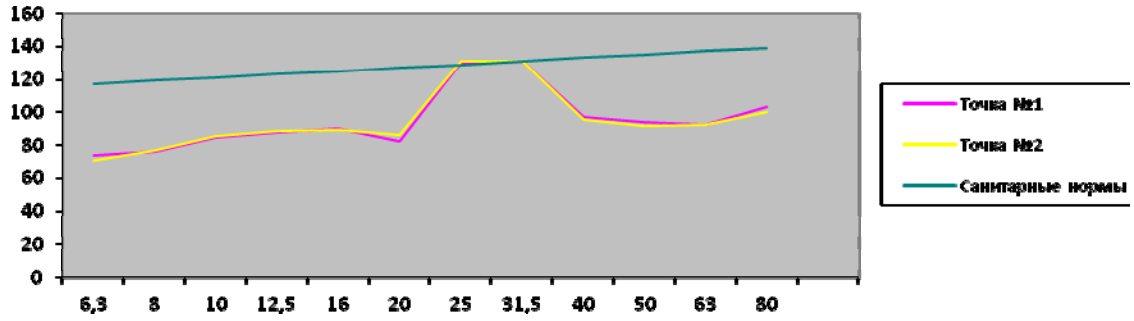


Рисунок 2. Спектры среднеквадратических значений виброускорений, действующих на рулевом колесе автомобиля по оси "X".
ось x: частота (Гц), ось y: уровень виброускорения (дБ).

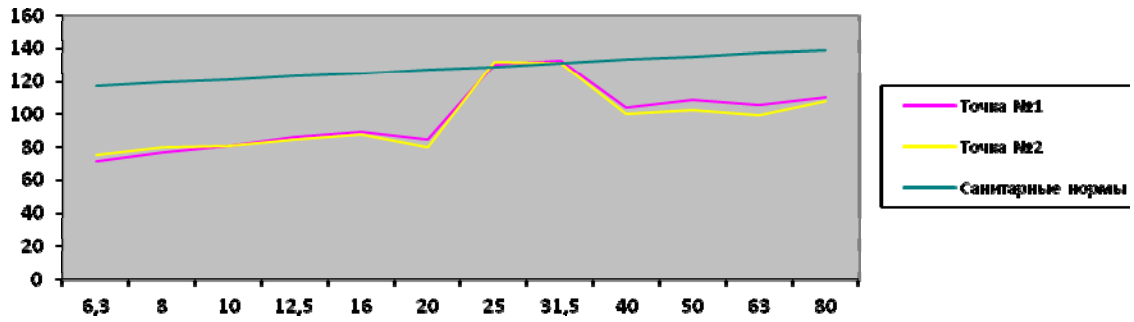


Рисунок 3. Спектры среднеквадратических значений виброускорений, действующих на рулевом колесе автомобиля по оси "Y".
где ось х: частота (Гц), ось у: уровень виброускорения (дБ).

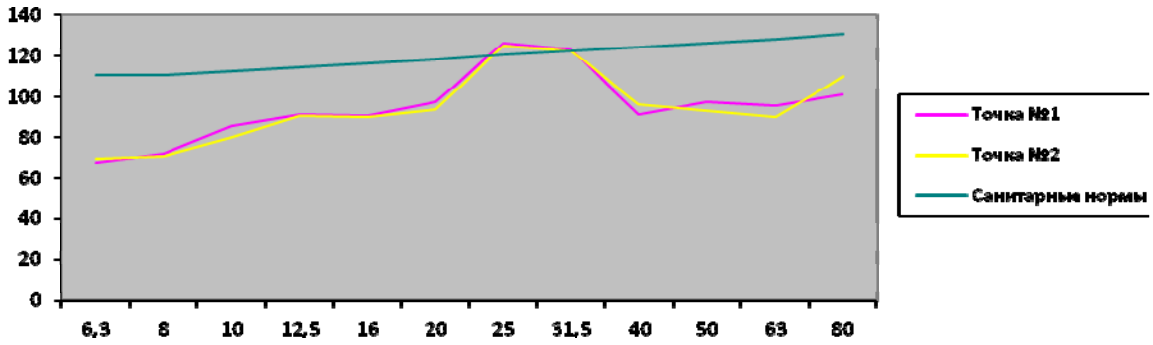


Рисунок. 4. Спектры среднеквадратических значений виброускорений, действующих на рулевом колесе автомобиля по оси "Z".
где ось х: частота (Гц), ось у: уровень виброускорения (дБ).

В данном автомобиле корректированные по частоте среднеквадратические значения виброускорений, действующие на рулевом колесе в направлении осей X, Y, Z превышают нормативные значений в обеих контрольных точках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В. Акустическое моделирование и комплексное снижение шума автомобильных двигателей внутреннего сгорания: монография / Самара, 2004.

2. Васильев А.В. Снижение низкочастотного шума и вибрации в газоводах энергетических установок с использованием метода активной компенсации: монография / А. В. Васильев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Тольят. гос. ун-т. СПб., 2004.

3. Васильев А.В. Акустическая экология города: учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Васильев; Федеральное агентство по образованию, Тольяттинский гос. ун-т. Тольятти, 2007 - 166 с.

4. Васильев А.В. Снижение шума и вибрации легковых автомобилей: учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Васильев. - Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2006. - 132 с.

5. Васильев А.В. Акустика автомобильных двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие для студентов вузов/А.В. Васильев. - Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2005. -284 с.

6. Васильев А.В. Шумовая безопасность урбанизированных территорий. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-1. С. 299-305.

7. Васильев А.В. Особенности снижения вибрации машин при их проектировании и эксплуатации. В сборнике: Теплофизические и технологические аспекты повышения эффективности машиностроительного производства. Труды IV международной научно-технической конференции (Резниковские чтения). Тольятти, 2015. – Ч. 2, С. 158-164.

8. Васильев А.В., Шевченко Д.П. Моделирование, расчет и мониторинг шума транспортных потоков. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2004. Т. 6. № 2. с. 399-407.

9. Vasilyev A.V. Development and approbation of methods and technical solutions of reduction of vibration of power plants and joining mechanical systems. Procedia Engineering. 2015. Т. 106. С. 354-362.

10. Vasilyev A.V., Luzzi S. Recent approaches to road traffic noise monitoring. В сборнике: 8th European Conference on Noise Control 2009, EURONOISE 2009 – Proceedings of the Institute of Acoustics 2009.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

DEVICE FOR PROCESSING OF PLASTICS

E.V. Gogol, I.H. Mingazetdinov
Kazan National Research Technical University named after AN Tupolev-KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russia

An effective solution to environmental problems is possible only if recyclable waste, especially plastic. When developing and designing devices for recycling polymers analysis of existing methods, techniques, processes for recycling, disposal, recycling of plastics shows bound grinding step, which is using a visco-elastic material causes a number of problems, one of the solutions that are useful model developed authors, improve the quality and efficiency of grinding by eliminating vibration, heartbeat and temperature control throughout the volume of the grinding chamber of plastic waste.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС

Э.В. Гоголь, И.Х. Мингазетдинов
Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ), г. Казань, Россия

Эффективное решение проблем загрязнения окружающей среды возможно лишь при условии вторичного использования отходов, особенно полимерных. При разработке и проектировании устройств по переработке отходов полимеров анализ существующих методов, способов, технологических процессов по утилизации, обезвреживанию, переработке отходов пластмасс показывает обязательность стадии измельчения, которая при использовании вязко-упругих материалов вызывает ряд проблем, одним из решением которых является полезная модель, разработанная авторами, повышающая качество и эффективность измельчения путем устранения вибраций, биения и регулирования температуры во всем объеме камеры измельчения полимерных отходов.

Основными способами утилизации и регенерации принимаются следующие пути полезного использования вторичного полимерного сырья: сжигание с целью получения энергии; термическое разложение; повторное использование; вторичная переработка. Сжигание отходов в мусоросжигательных печах нерентабельно, поскольку предполагает безвозвратную потерю ценного химического сырья, образование токсичных отходов и выбросов.

Наиболее предпочтительными способами утилизации вторичного полимерного сырья с экономической и экологической точек зрения представляется повторное использование и вторичная переработка в новые

виды материалов и изделий. Значительное место в утилизации вторичного полимерного сырья уделяется термическому разложению – пиролизу. При более низких температурах (до 600°С) образуются в основном жидкие продукты, а выше 600°С – газообразные, вплоть до технического углерода. Несмотря на ряд недостатков, пиролиз, в отличие от процессов сжигания, дает возможность получения промышленных продуктов, используемых для дальнейшей переработки. Еще одним способом термической трансформации вторичного полимерного сырья является каталитический термолиз, который предусматривает применение более низких температур. В некоторых случаях щадящие режимы позволяют получать мономеры, например, при термолизе ПЭТФ (полиэтилентерефталата), однако для повышения эффективности процесса требуется модификация отходов.

Стадия измельчения отходов является обязательной и чрезвычайно ответственной при переработке отходов. Часто от качества измельчения зависит возможность дальнейшей переработки отходов в изделия и области их применения.

Измельчение – процесс многократного разрушения твердого тела на части под действием внешних сил, превышающих силы молекулярного притяжения в измельчаемом теле. Процесс измельчения сопровождается многократным увеличением удельной поверхности измельчаемого материала, что позволяет резко интенсифицировать химические и массообменные процессы, скорость которых определяется площадью межфазного взаимодействия. При проведении процессов измельчения учитывают прочность при сжатии/изломе и твердость.

В настоящее время разработано большое число различных типов оборудования для измельчения отходов пластмасс. При выборе того или иного типа необходимо учитывать ряд факторов, главными из которых являются: вид и характер пластмассовых отходов, их размеры и количество, необходимая степень измельчения и конечный размер дробленого материала и др. Иногда, если необходимо измельчить очень крупные отходы, их предварительно режут, используя дисковые пилы и ленточнопильные станки, на более мелкие куски, которые могут быть далее измельчены на стандартном оборудовании.

Одна из трудностей, возникающих при измельчении вязко–упругих материалов, заключается в том, что при комнатной температуре энергозатраты очень велики, хотя непосредственно на измельчение расходуется не более 1% энергии, а основная часть преобразуется в теплоту. Поэтому в последнее время все большее развитие находит техника криогенного измельчения, которая позволяет охлаждать материал ниже температуры хрупкости. Как правило, в качестве охлаждающего агента используется жидкий азот, имеющий температур – 196°С, что ниже температуры хрупкости большинства полимерных материалов.

Низкотемпературное измельчение, поскольку оно дороже обычного на 2–10%, не может быть рекомендовано для измельчения всех типов отходов пластмасс. Его целесообразно использовать для наиболее дорогих видов

пластмасс, обладающих при комнатных температурах ярко выраженными вязкоупругими свойствами или комбинировать с иным способом измельчения.

Авторами разработано устройство с регулированием конечных размеров гранулята, которое дает возможность рационального использования полимерных материалов в следующих после дробления технологических циклах переработки и утилизации полимерных отходов, и может быть использовано на промышленных предприятиях по производству изделий из полимерных материалов, а также на специализированных предприятиях по переработке полимерных отходов. По данному устройству получен патент на полезную модель № RU 51933 U1.

Известны способы и устройства для измельчения полимерных материалов. В установке для криогенного измельчения пластмасс по патенту RU №2153416, B29B 17/00, B02C 18/44, 19/00, 23/08, 23/16 используют газообразный низкотемпературный азот от испаряющегося жидкого азота, а измельчение материала ведут между двумя конусообразными элементами, один из которых неподвижен, а другой вращается. Недостатком данного устройства является сложность конструкции, отсутствие регулирования размера измельчения.

Известно устройство для измельчения полимерных материалов (Патент RU №2005606, B29B 17/00). В данном устройстве режущий угол выполнен в виде усеченных конусов, один из которых представляет собой неподвижную решетку, а другой – соосно расположенный вращающийся режущий узел с боковой перфорацией, причем перфорация на неподвижной и подвижной решетке имеет радиальное расположение. Такое симметричное радиальное расположение перфораций при работе вызывает возникновение импульсных переменных давлений, что вызывает биение и вибрации всего оборудования. Кроме того, в зоне между двумя решетками полимерные материалы могут слипаться за счет повышения температуры, обусловленной трением.

Устройство «Установка для измельчения полимеров» по патенту RU №2004443, B29B 17/00, опубл. 15.12.1993 г. БИ №45-46), принятое за прототип, содержит корпус, в котором смонтированы в камере обработки по оси шнек и пара установленных соосно со шнеком измельчающих дисков, один из которых приводной, а другой – неподвижный, а также дополнительные пары измельчающих дисков, установленных последовательно, и диспергатор в виде тела вращения, закрепленного на оси между шнеком и измельчающими дисками, а в камере обработки в зоне расположения диспергатора установлено центрирующее кольцо, при этом приводные и неподвижные диски выполнены перфорированными. Отверстия перфорированных дисков выполнены с возможностью совмещения их при повороте приводных дисков, а по периферии перфорированные диски выполнены зубчатыми. В установке полимерный материал подается шнековым транспортером, деформируется в диспергаторе и измельчается в перфораторе, состоящем из подвижного и неподвижного дисков, имеющих симметричные отверстия. Для исключения перехода полимера в

термопластичное состояние в наружном корпусе рабочей камеры предусмотрена холодильная камера.

Недостатки прототипа следующие:

– симметричные отверстия на подвижных и неподвижных дисках вызывают возникновение импульсных давлений, что приводит к появлению биения и вибраций, ухудшающие эксплуатационные характеристики устройства;

– наличие холодильной камеры на наружном корпусе может предотвращать переход сырья в термопластическое состояние только для зоны, непосредственно примыкающей к холодильной камере – это зона диспергатора и зона зубьев, расположенных по периферии дисков. Ближе к центрам дисков температура сырья повышается и может быть достаточно высокой, при которой на дисковых ножах, в отверстиях вместо разрушения полимерного сырья будет происходить вязкое смятие и залипание материала.

Это понижает качество и эффективность измельчения пластмасс.

Технический результат полезной модели, разработанной авторами, заключается в повышении качества и эффективности измельчения путем устранения вибраций и биения и регулирования температуры во всем объеме камеры измельчения. Он достигается тем, что в установке для измельчения полимеров в корпусе, содержащем шнек для подачи сырья, систему неподвижных и подвижных дисков с перфорацией, расположенных на общей оси вращения, новым является то, что установлен узел дозированной подачи хладоагента, перфорация на подвижных и неподвижных дисках выполнена в виде продольных радиальных щелей, расположенных под взаимным относительным углом, причем ширина перфорационных щелей для каждой пары дисков выполнена переменной с уменьшением ширины по длине конфузора в направлении движения массы полимерного сырья, корпус в зоне измельчения выполнен конфузорным, а между режущими парными дисками расположены дополнительные шнековые элементы.

Устройство функционирует следующим образом:

Пластмассу загружают через бункер в корпус. Настраивают датчик температуры на температуру $t_{факт.} < t_{теплостойкости}$ в соответствии с маркой перерабатываемого материала. Например, для полиэтилена $t_{теплостойкости} = 50$ °С; полиакрилата $t_{теплостойкости} = 60 – 80$ °С.

Величину $t_{факт.}$ выбирают на 15 – 30 °С меньше $t_{теплостойкости}$ для того, чтобы гарантировать не превышение $t_{теплостойкости}$ при измельчении материала в зоне резания на неподвижных и подвижных дисках.

Полимерное сырье сначала уплотняется с помощью шнекового уплотнителя, он же перемещает уплотненное сырье в зону подачи хладоагента, под действием которого полимерное сырье теряет свою пластичность. При повышении температуры выше заданной, по сигналу обратной, через дозатор увеличивается количество подаваемого хладоагента. В случае, если в качестве исходного сырья используют смесь полимерных материалов различных марок, то выбирают $t_{факт.}$ исходя из материала, имеющего наименьшее значение $t_{теплостойкости.}$

Далее полимерное сырье поступает в конфузорную часть корпуса. Выполнение корпуса в зоне измельчения конфузорным способствует более плотной упаковке диспергируемой массы и исключает образование застойных зон. Этому способствует и наличие дополнительных шнековых элементов, которые равномерно транспортируют полимерную измельчаемую массу от предыдущей пары дисков к последующей паре. Наличие на неподвижных и подвижных дисках продольных перфораций, выполненных под углом к радиусу диска и имеющих взаимный относительный наклон создает условия плавного резания полимерных материалов и за счет этого импульсные переменные давления, вибрации и биения не возникают, а выполнение перфорационных щелей на подвижном и неподвижном дисках каждой пары разной ширины, уменьшающейся от пары к паре в направление к крышке корпуса, обеспечивает постепенное дробление полимерного материала по мере продвижения сырья по конфузору и дает возможность регулирования среднего размера получаемых измельчаемых частиц. Регулирование возможно за счет сменных пар режущих дисков.

Используемый хладоагент – жидкий азот. Температура кипения: –196°С.

Расход азота на килограмм готовой продукции – 0,07кг. При количестве отходов – 300 т/год (160 кг/час при 260 рабочих днях в год), расход хладагента составит 2,1 т/год (11, 2 кг/час).

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INCREASING OF VIBRATION SUSTAINABILITY OF FOUNDATIONS OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

V.S. Goncharov, N.S. Bulyakina
Togliatti State University, Togliatti, Russia

ПОВЫШЕНИЕ ВИБРОУСТОЙЧИВОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В.С. Гончаров, Н.С. Булякина
Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

В течение значительного промежутка времени считалось, что Среднее Поволжье как часть Русской равнины не подвержено сейсмическим колебаниям. Однако после того, как жители Самары, Тольятти и ряда других городов несколько раз ощущали подземные толчки, был проведён ряд исследований. Так, на конференции МЧС в 2010 г. прогнозировали местоположения наиболее вероятных мест сильных землетрясений на территории Поволжья – в число потенциально опасных территорий вошла и Самарская область.

В совокупности с повышенной антропогенной нагрузкой уровень сейсмической активности Самарской области по сравнению с большинством территорий остальной европейской части России продолжает расти (в целом по Самарской области этот показатель составляет 20% в год).

В настоящее время отсутствуют методики оценки риска от вибрационного воздействия техногенного характера, поэтому необходимость оценки риска вибрационного воздействия на окружающую среду, разработка превентивных мероприятий, целостной нормативно-правовой базы и систематизированных данных мониторинга являются первостепенной задачей.

Существующие методики оценки сейсмической опасности не согласованы и не учитывают таких факторов как общая аварийность зданий до прогнозируемого события. Отсутствуют карты сейсмического микрорайонирования для Самарской области.

Разработанная система оценки вибрационного воздействия на окружающую среду позволяет учитывать данные сейсмических наблюдений прошлых лет, а также техническую надёжность объектов вибрационного воздействия.

Предложенная технология укрепления фундамента обеспечивает комбинированную защиту от крена и последующей деформации здания, вибрационного воздействия грунтов и может применяться в строительстве.

Анализ геологических особенностей региона показывает, что уровень вибрационной опасности по Самарской области недооценён. Данное предубеждение объясняется разрозненностью нормативно-правовых актов, регламентирующих защиту от вибрации. Для составления базы частоты возникновения землетрясений (Таблица 1) использовались ГИС Seismic Monitor, база данных землетрясений NEIC, карты сейсмического районирования ОСР-97, карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы, данные сейсмических станций институтов из различных регионов.

Таблица 1

Статистика землетрясений

Организатор мониторинга	Время события	Коли-чество событий	Место события	I, баллы
Саратовская сейсмослужба - пункты сейсмомониторинга «Земля» и «Черепаха»	1963-1965 г.	30	по всей территории области, исключая северо-восток	1-3
Станции ТОО «Научно-Исследовательское и производственное предприятие по геоэкологии, инженерной безопасности и сейсмостойкости сооружений» (Москва)	1993-1996 гг.	43	на востоке области – в районе г. Отрадного, Тимашево	
«Волжское отделение института геологии и разработки горючих ископаемых»	2004-2010	69: в 2001 г- 9, в 2007 –19, в 2008 – 41.	Район Жигулёвской ГЭС	
«Волжское отделение института геологии и разработки горючих ископаемых»	1914,1916, 1986	4	Сызрань, Камышлинский район, Нефтегорск, Самара	4-5
База данных землетрясений NEIC	1983-1984	4	Широта 53.27-53.29, Долгота 51.31-51.35	5-6

Согласно картам сейсмического районирования ОСР-97, повторяемость землетрясения силой выше 6 баллов по шкале Медведева-Шпонхойера-Карника (MSK-64) для Тольятти составляет в среднем один раз в 1000 лет и один раз на 5000 лет для землетрясения силой выше 7 баллов. На рисунке 1 представлена карта наиболее значимых землетрясений для Самарской области.

На основе анализа сейсмических событий области был сформирован график плотности вероятностей распределения землетрясений для Самарской области по баллам (рисунок 2), который в дальнейшем можно будет использовать для сейсмического микрорайонирования ситуации.

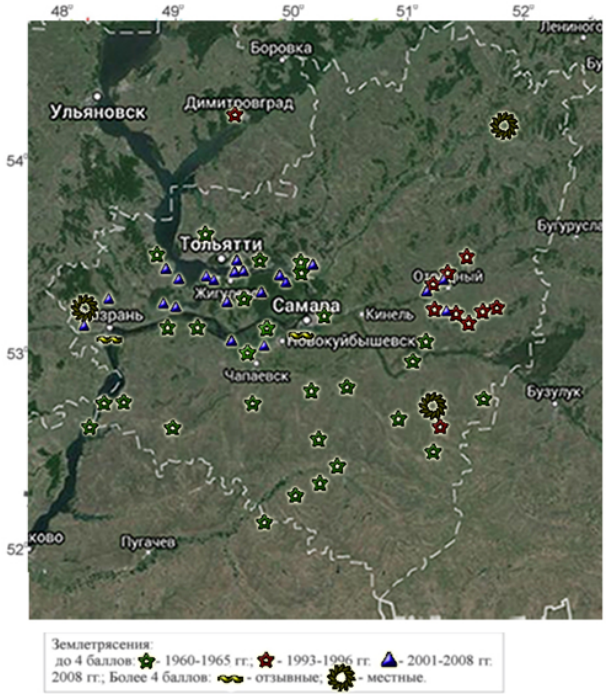


Рисунок 1 – Карта наиболее значимых сейсмических событий Самарской области

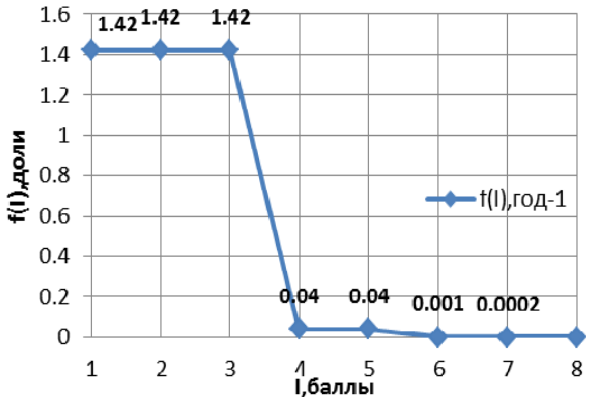


Рисунок 2 – График плотностей вероятностей распределения землетрясений для Самарской области по баллам

Результаты исследования технического состояния жилья Комсомольского района (были изучены степень физического износа, рассчитаны категории устойчивости жилья (рисунок 3), вероятность годовых аварий, процентная стоимость капитального ремонта), показали, что более половины жилых домов находятся либо в неудовлетворительном состоянии (4 категория), либо в аварийном (категория 5), что приводит к неудовлетворительной частоте аварий $P>10^{-4}$/год.

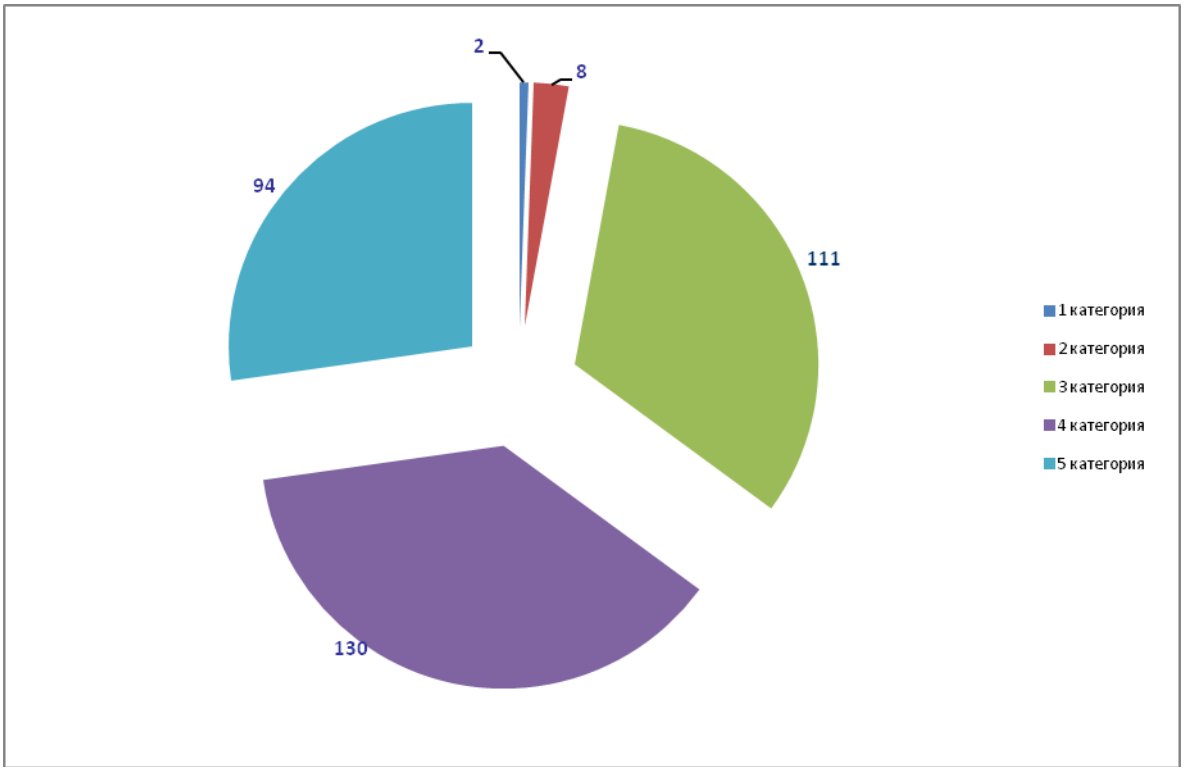


Рисунок 3 – Разделение домов Комсомольского района по категориям устойчивости

В работе была проведена оценка риска разрушения сооружений при сейсмической активности. Было вычислено математическое ожидание количества зданий с различными степенями повреждений, определяемое по формуле (1):

$$M(V_d) = \sum_{i=1}^{n} V_i C_i, \text{ ед.}, \qquad (1)$$

где V_i — численность зданий i-го типа в городе; V_i=345 (число исследуемых домов Комсомольского района);
n — число типов рассматриваемых зданий (n = 1: тип зданий B);
C_{Vi} — вероятности повреждения зданий i-го типа, полученные на основании анализа законов разрушения зданий.

В соответствии с формулой (1), вероятность получить лёгкие повреждения в результате сейсмического воздействия имеют 129 домов, 38 домов имеют вероятность получить повреждения средней степени тяжести и 7 домов имеют вероятность получить тяжёлые повреждения.

Проведенная оценка риска, с учётом показателей технической надёжности сооружений, отличающаяся тем, что вероятность получения зданием повреждений принимается равной за вероятность повышения величины

повреждённости сооружения E. Таким образом, вероятность разрушения домов увеличивается за счёт уменьшения показателя технической надёжности. Изменение вероятности аварийности представлено в таблице 2.

Таблица 2

Увеличение вероятности разрушения здания с учётом сейсмического воздействия

Вероятность аварии P, 1/год	Без учёта сейсмической активности	При вероятности получения лёгких повреждений	При вероятности получения средних повреждений	При вероятности получения тяжёлых повреждений
10^{-6}	52	10	2	0
10^{-5}	220	241	119	10
10^{-4}	73	94	207	241
10^{-3}	0	0	17	94

Были изучены и сравнены существующие методы укрепления фундаментов, проведен патентно-информационный поиск для разработки собственного технического решения. Предлагаемая технология возведения фундамента отличается тем, что под основание фундамента внедряются гидравлические подвески. Подвеска в свою очередь представляет собой металлический сильфон, укреплённый шарнирными опорами (рисунок 4), таким образом, дополнительно уравновешивая угловые и сдвиговые смещения.

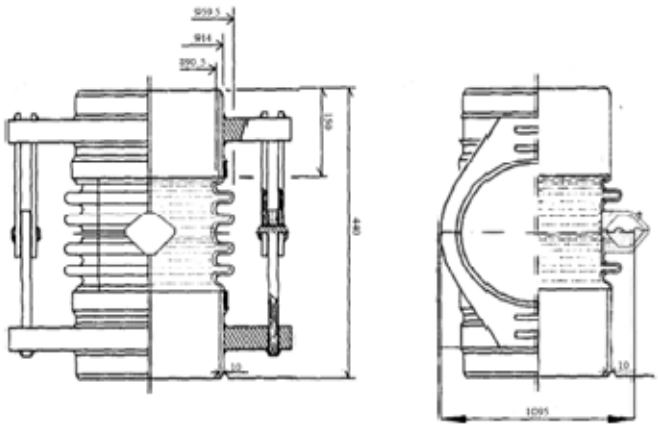


Рисунок 4 – Разработанная модель гидравлической подвески

Внутри сильфон заполнен маслом и оснащён ступенью противодавления, заполненную воздухом и маслом. Сжатый воздух отделён от жидкой среды посредством резиновой диафрагмы. Эффект пассивной виброизоляции возникает при перетекании жидкости из основной зоны давления в ступень противодавления.

Был произведен расчёт основных параметров сильфона на примере жилого пятиэтажного дома с площадью застройки 551.27 м^2, включающего в себя 30 квартир, в которых проживают 86 человек. Так, для обеспечения комплексной защиты здания от вибрации и крена, необходим 21 сильфон со следующими характеристиками, приведёнными в таблице 3.

Таблица 3

Параметры гидравлической подвески

№	Параметр	Значение	Единица измерения
1	Высота сильфона	440	мм
2	Наружный диаметр	959,5	мм
3	Высота гофр	69	мм
4	Число гофр	4	шт.
5	Максимальный объём масла, выдавливаемого в ступень противодавления	0.0374	м^3
6	Максимальная длина сжатия	60	мм
7	Предельный угол наклона	15	°
8	Толщина стенки	10	мм
9	Марка стали	08Н18Н10Т	марка
10	Коэффициент объёмного сжатия масла	61,9·10-^{11}	м^2/Н
11	Общий объём масла в системе	0,087	м^3

Сильфон с данными параметрами обладает необходимой жесткостью, воспринимает нагрузку в различных направлениях, обладает достаточной прочностью и обеспечивает пассивную виброизоляцию при максимальной амплитуде перемещения грунтов A_{max} = 4,0 см.

В процессе исследования систематизированы данные мониторинга за несколько десятилетий от различных организаций, в том числе зарубежных. Объединена информация от современных геоинформационных систем, нескольких карт сейсмического районирования и статистических данных управления МЧС по Самарской области. В результате теоретического анализа вибрационной активности Самарской области был составлен каталог землетрясений, карта сейсмической активности региона и математически выявлен график плотностей вероятностей распределения землетрясений, который в дальнейшем можно использовать для сейсмического микрорайонирования территорий

Разработана система комплексной оценки риска при вибрационном воздействии на здания и сооружения, отличающаяся тем, что дополнительно учитывает техническое состояние зданий на момент вибрационного воздействия. Рассчитаны техническая надёжность, вероятность разрушения и категории технической надёжности сооружений, создающие целостную

картину обстановки в сфере безопасности зданий Комсомольского района города Тольятти.

Проанализированы существующие мероприятия по снижению уровня колебаний фундаментов и строительных конструкций, выявлены их специфика и недостатки; изучен существующий уровень техники на базе международного патентного поиска.

Разработана новая технология укрепления фундаментов, отличающаяся тем, что в качестве опоры под основание фундамента внедряется гидравлическая подвеска, представляющий собой укреплённый металлический сильфон на шарнирных опорах с наличием ступени противодавления. Комбинация данных конструктивных элементов должна обеспечить защиту фундамента как от вибрационных воздействий, так и от естественного проседания грунта, соответственно снижая риск разрушения зданий и сооружений. Результаты исследования рекомендуется использовать при сейсмическом микрорайонировании территории, оценке риска разрушения зданий и сооружений, совершенствовании технологий строительства и ремонта фундаментов для увеличения виброустойчивости основания здания, предотвращения крена домов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы / М. 1:10000 000 и 1:2 500 000. М.: ГУГК при СМ СССР, 1971. – 18 с.

2. Яковлев Н.М., Коноваленко С.С., Кипаева Е.А., Юрков А.В. и др. Оценка современных геодинамических процессов на территории Самарской области для размещения объектов сейсмического мониторинга. Отчет по теме №0839-98 / Самара: ВО ИГиРГИ, 1998 г.

3. Яковлев, Е.М. Шумакова, Н.В. Трегуб. Сейсмическая активность и геодинамика Самарской области. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

COMPLEX WASTE WATER TREATMENT DURING USING OF RESOURCES SAVING TECHNOLOGIES

V.S. Goncharov, T.V. Zimina
Togliatti State University, Togliatti, Russia

КОМБИНИРОВАННАЯ ПЕРЕРАБОТКА СТОКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.С. Гончаров, Т.В. Зимина
Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

Промышленно-фекальные стоки являются одним из источников негативного воздействия на окружающую среду. Защита состояния окружающей среды во многом зависит от качества выполнения такого процесса, как очистка сточных вод промышленных предприятий. Но проблема еще далека от разрешения, так как универсального метода очистки сточных вод не существует. Необходимо разработать новые модели очистных сооружений, которые смогли бы противостоять глобальному экологическому кризису.

В России загрязнение воды достигло катастрофических масштабов: 17% подземных источников и 40% поверхностных не соответствуют ПДК, ветхость водопроводов, несовершенство многих очистных сооружений, сброс в водоемы отходов промышленных предприятий приводит к ежегодным заболеваниям от 1,5 до 50 тысяч человек. Ужесточение законодательства: оплата за негативное воздействие растет с каждым годом, в 2014г составила 1,5 миллиона рублей, что приводит к снижению прибыли предприятия. Ежегодно на предприятии образуется тонны отходов. Возможность переработки органических отходов в биореакторе, позволит сэкономить на вывозе отходов, и получении выгоды в виде газа.

В данной работе на примере одного из предприятия г.о. Тольятти - ООО «Тольяттинский Трансформатор» разработано локальное очистное сооружения с применением ресурсосберегающих технологий.

Прежде чем смоделировать технологическую цепочку необходимо изучить химический состав, выявить загрязняющие вещества и источники загрязнения стоков. Рассчитать объем сточных вод. Изучить способы очистки. Сущность предлагаемого проекта комбинированной очистки стоков представлена на рисунке 1.

Сточная вода поступает в камеру предварительного осаждения. Нефтепродукты собираются с помощью скимера, где с помощью скребка собираются в резервуар вторично после очистки используются для смазки оборудования или продается в ЗАО «Фосфохим».

Отстоявшееся вода самотеком попадает в биофильтр, где при помощи биопленки очищается от органических соединений.

Осажденный осадок при открытии задвижки самотеком попадает в резервуар метантенка, где предварительно смешиваются с измельчёнными органическими отходами и сульфатредуцирующие бактериями.

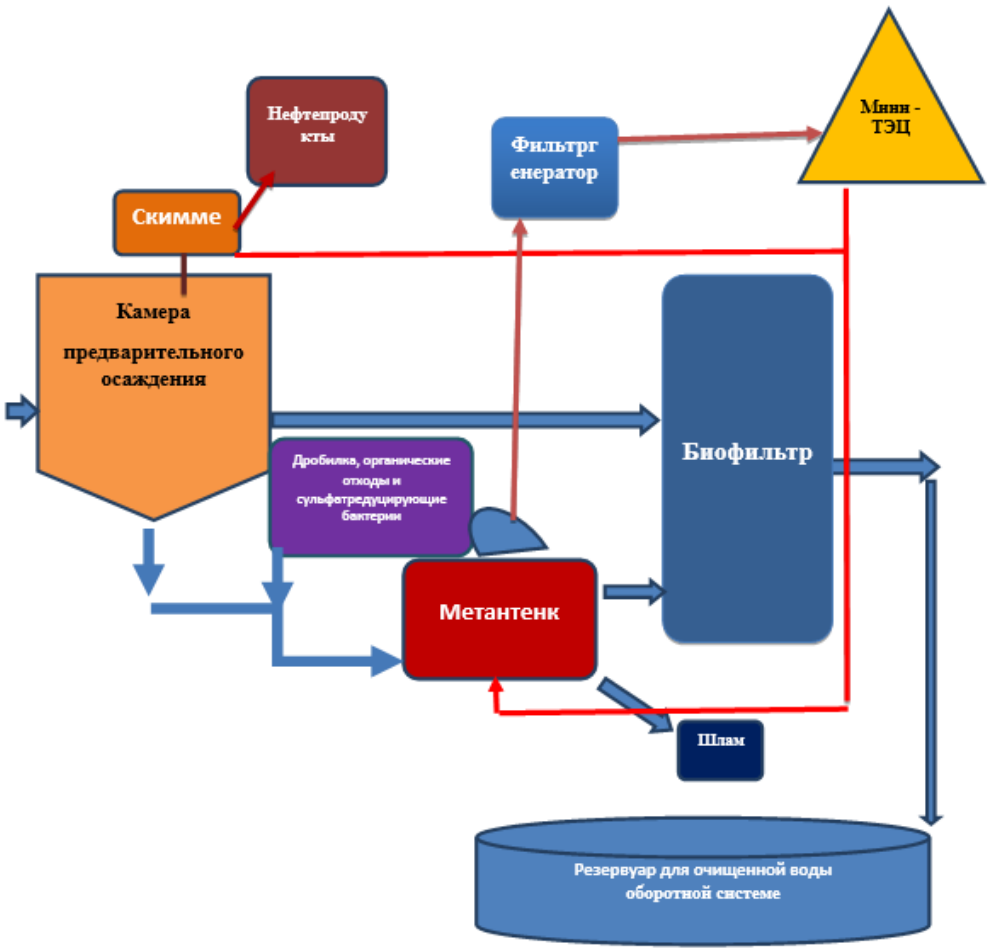


Рисунок 1 – Предлагаемая схема комбинированной очистки стоков ООО «Тольяттинский Трансформатор»

В метантенке происходит анаэробное сбраживание осадка, выделяется биогаз поступающий в газгольдер, из него он поступает в фильтр очищается от сероводорода при помощи компрессора сжимается. В мини ТЭЦ газ перерабатывается в энергию, которая обеспечивает работу метантенка и скимера. Отработанный шлам представляет высококачественное удобрение.

В итоге от реализации проекта получаем: очищенную воду и вторично ее используем в производстве, уменьшаем экономические затраты предприятия, вторично используем нефтепродукты для смазки оборудования или продаем

их, получаем экологически чистое топливо и энергию, получаем удобрение. Данный проект может быть материализован на любом предприятии машиностроения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков Н.Ю. Биологические методы очистки сточных вод от органических веществ и биогенных элементов //Экология производства . 2014. №5.с.52 – 56;
2. Видякин, М.Н. Гарипова, С.А. Особенности внедрения мембранных биореакторов для обработки сточных вод //Экология производства . 2014. №11.с.57-59;
3. Исаева, А.В. Отходы как перспективный источник энергии //Экология производства. 2014. №10 с.56 – 59;
4. Кузнецов А. Е., Градова Н. Б., Лушников С. 2010.// Прикладная экобиотехнология: учебное пособие в том 1 с.13-173;
5. Кузнецов А. Е., Градова Н. Б., Лушников С. 2010.// Прикладная экобиотехнология: учебное пособие в том 2 с.11-14,с.140-157;
6. Ножевникова, А. Что такое экобиотехнологии. // Новая газета.2013. postnauka.ru/video/9861 ;
7. Панин, И.Н. Рузаев, В.И. Сухотерин, Л.Я. Калмыков, А.А. Оптимизация работы очистных сооружений канализации // Экология производства . 2013. №5.с.71 – 74;
8. Панова, И.М. Нойберт И. Биологическая очистка по технологии SBR // Экология производства . 2014. №6.с.58 – 62;
9. Панцхава Е.С. Биоэнергетика в агропромышленном комплексе России / Е.С. Панцхава, М.М. Шипилов // Энергия Экономика Техника Экология. 2007. № 8. с. 30 – 34.;
10. Пискуловой Н. Статья (МГИМО) для Российского совета по международным делам «Зеленые» технологии в глобальной экономике.// http:ecology-ru.livejournal.com/1070555.html, 20.06.2012;
11. Проектирование сооружений для очистки сточных вод (Справочное пособие к СНиП 2.04.03 – 85) // официальное издание, М.: Стройиздат, 1990.
12. СП 31.13330.2012. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/14);
13. Цветкова Л.И. Экология: Учебник для студентов высш. и сред. учеб. заведений, обуч. по техн. спец. и направлениям// М.: АСБВ; СПб.: Химиздат, 2007. с. 550;
14. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» //(утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27 апреля 2003 г. N 78 (ред. от 28.09.2007);

15. СНиП 2.04.03 – 85 Канализация. Наружные сети и сооружения (с Изменением N 1) //официальное издание, Минстрой России – М.: ГУП ЦПП, 1996.;
16. Водный кодекс Российской Федерации, от 03.06.2006 г. № 74 – ФЗ.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

IMPROVING OF THE FUNCTIONING OF THE BOILER PLANT JSC "POKHVISTNEVO"

L.M. Zhuravleva
Samara State Technical University, Samara, Russia

Possibilities of upgrade of operation of unit of chemical waste processing of water treatment boiler room № 1 of JSC "Russian Pohvistnevo" are considered. Analysis of cost of various options of methods of water softening is performed.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОАО «ПОХВИСТНЕВОЭНЕРГО»

Л.М. Журавлева
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Рассмотрены варианты модернизации работы установки химводоподготовки котельной № 1 ОАО «Похвистневоэнерго». Выполнен анализ затрат по различным вариантам методов умягчения воды.

Производственные и отопительные котельные, использующие ионообменную технологию для умягчения воды, сбрасывают в природные водоемы сточные воды различных технологических стадий работы, в том числе регенерационные растворы ионообменных фильтров. Стадия химического умягчения воды в работе таких котельных является одной из основных, так как надежность и эффективность работы теплоэнергетического оборудования и состояние тепловых сетей напрямую зависят от качественного и количественного состава питательной воды.

В котельной №1 ОАО «Похвистневоэнерго» для удаления из природной воды солей жесткости применяется Na-катионирование. В ходе эксплуатации ионообменной установки умягчения воды в процессах регенерации катионитов образуются сточные воды, в которых концентрация солей жесткости во много раз превышает их содержание в исходной природной воде. Регенерационные стоки Na-катионирования вместе с хозяйственно – бытовыми стоками поступают в канализацию и далее подаются на городские очистные сооружения, после которых попадают в реку Кинель. После установки Na – катионирования сточная вода, вторично загрязнённая солями жесткости, никак не обрабатывается и не утилизируется. Для уменьшения экологического воздействия котельной №1 ОАО «Похвистневоэнерго» на

окружающую среду и сокращение потребления свежей воды целесообразно модернизировать работу установки Na-катионирования.

Одним из вариантов решения поставленной задачи является внедрение схемы малосточного умягчения с повторным использованием умягченных регенерационных вод [1]. Технологическая схема такой установки представлена на рис. 1.

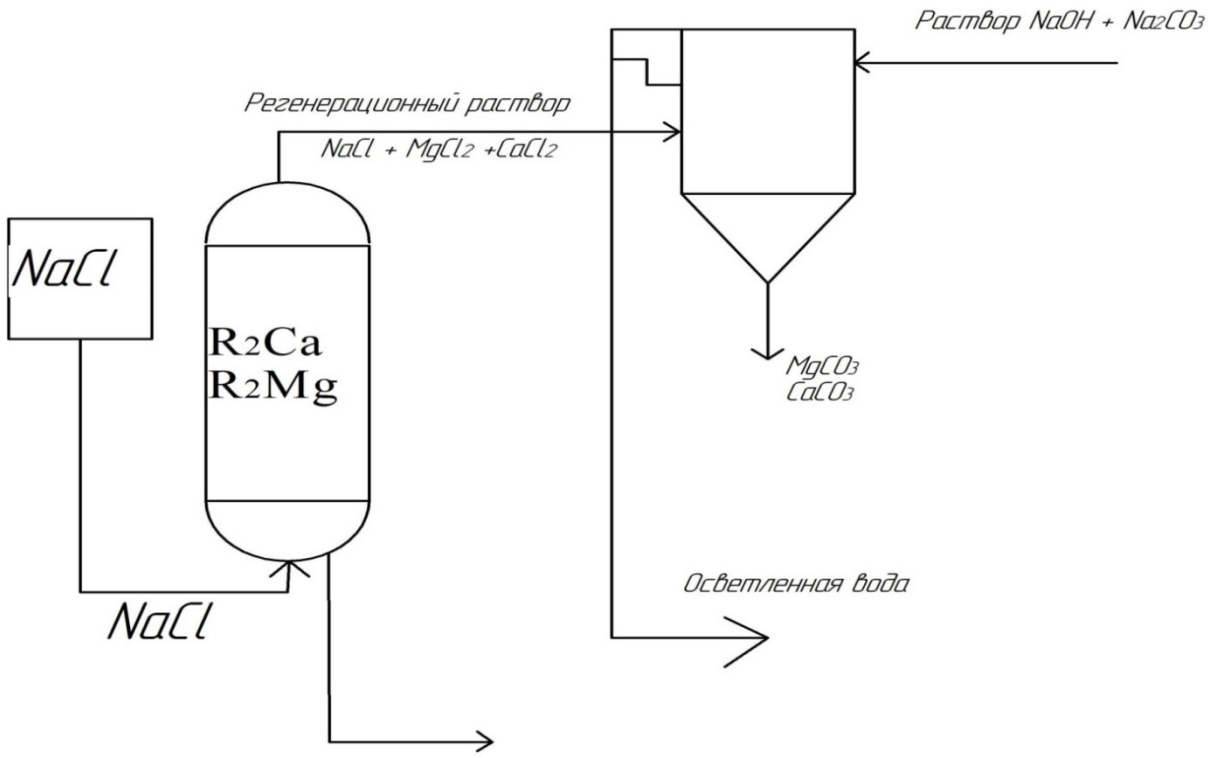


Рисунок 1- «Бессточная» схема установки Na - катионирования, с повторным использованием воды

Регенерация катионита насыщенного солями кальция и магния происходит 5% раствором хлорида натрия в соответствии со схемами реакций

$$CaCl_2+NaOH+Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + NaCl+H_2O$$

$$MgCl_2+NaOH+Na_2CO_3 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + NaCl+H_2O$$

Соли кальция и магния выпадают в виде осадков, обессоленная вода выводится из бака кристаллизатора и может использоваться для промывки фильтров, приготовления свежего раствора хлорида натрия или других целей.

Внедрение «бессточной» схемы установки Na - катионирования, с повторным использованием воды в котельной №1 ОАО «Похвистневоэнерго» потребует установки некоторого дополнительного оборудования.

Одним из наиболее перспективных методов умягчения воды является реагентный метод, основанный на использовании комплексонов (комплексонатов). Комплексоны представляют собой органические вещества, образующие комплексные соединения с ионами магния, кальция и другими металлами. Комплексоны растворимы в воде и безвредны для человека и иных живых существ, они способны адсорбироваться на поверхности зародышей кристаллизации солей жёсткости, тем самым блокируя центры роста кристаллов. Таким образом комплексоны препятствуют образованию осадков в виде накипи и шлама и предотвращают кристаллизацию солей жёсткости. В настоящее время в тепловых сетях используются соли оксиэтилендифосфоновой и нитрилотриметиленфосфоновой кислот, реагенты группы аманатов, ПАФ-13, которые выпускаются в России и имеют разрешения на применение в системах теплоснабжения. Например, широкое использование находит нитрилотриметиленфосфонато - цинк натриевая соль (НТФ-цинк) (рис.2).

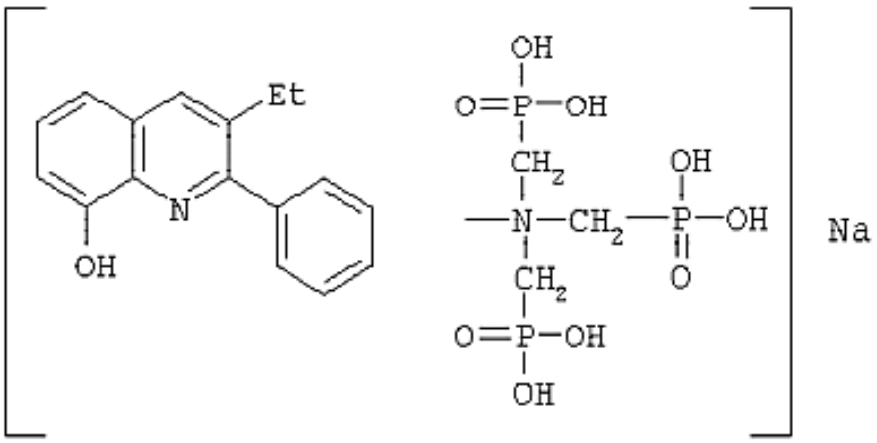


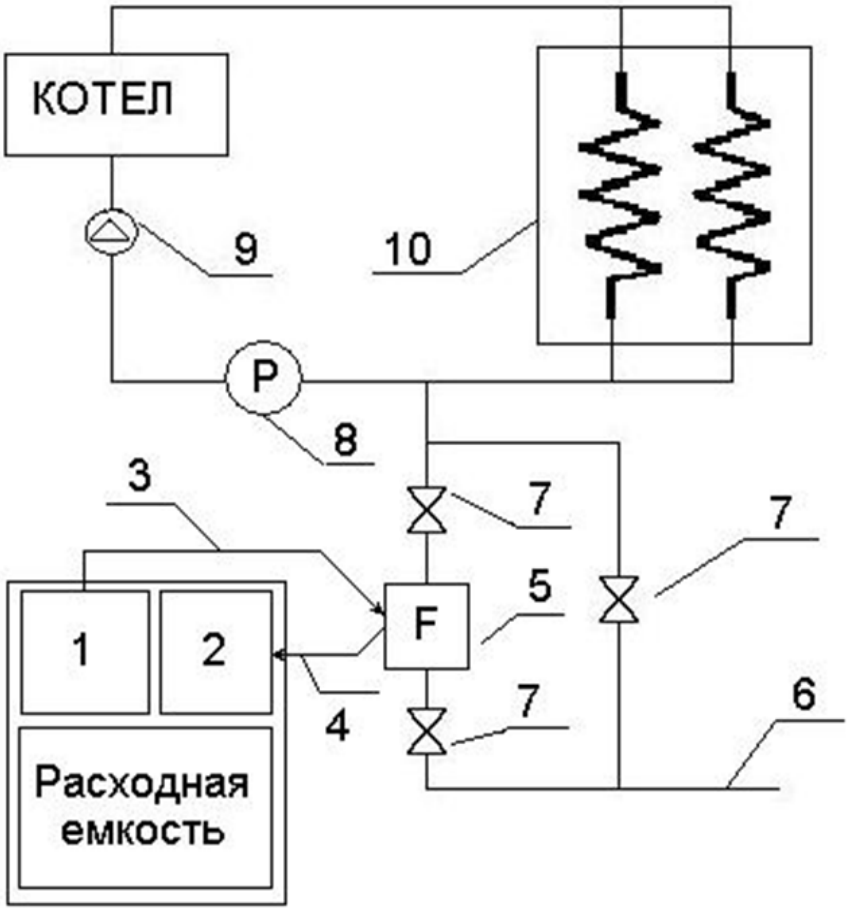
Рисунок 2- НТФ-цинк (нитрилотриметиленфосфонато – цинк натриевая соль

Применение комплексонов в системах теплоснабжения позволяет отказаться от традиционной ионообменной технологии умягчения воды, что значительно сокращает потребления свежей воды, т.к. расход воды на собственные нужды в ионообменных установках умягчения воды составляет от 20 до 35 % от всей воды, пропущенной через ионообменные фильтры. Использование комплексонов в процессах водоподготовки позволяет также обеспечить безнакипный режим работы оборудования и трубопроводов на воде с различным химическим составом, в том числе при карбонатом индексе значительно выше нормативного [2].

Технологическая схема умягчения природной воды на основе комплексонов (установка «КОМПЛЕКСОН-6») представлена на рис.3 (Научно-производственное объединение СТИГМАШ [Электронный ресурс]: http://stigmash.ru/catalog/kotelnoe-oborudovanie/komplekson-6).

Установка «Комплексон 6» - это автоматическая система дозирования реагентов для водоподготовки. Установка работает в автоматическом режиме. Получив сигнал с блока управления 2, насос-дозатор 1 вводит необходимое количество комплексона. Объём вводимой дозы зависит от количества подпиточной воды, контроль над которым производит расходомерное устройство 5.

Хорошие результаты умягчения воды и безаварийная работа оборудования на установке «КОМПЛЕКСОН-6» были достигнуты при использовании комплексонов «Эктоскейл 450-2», НТФ-цинк, «Оптион 313-2» , ОЭДФ-цинк (Научно-производственное объединение СТИГМАШ [Электронный ресурс]: http://stigmash.ru/catalog/kotelnoe-oborudovanie/komplekson-6).



1-насос дозатор; 2-блок управления; 3-линия впрыска реагента; 4-линия сигналов от расходомерного устройства; 5-расходомерное устройство и узел впрыска; 6-магистраль подпитки; 7-запорная арматура; 8-датчик давления; 9-циркуляционный насос; 10-вода в трубах для населения

Рисунок 3 - Технологическая схема умягчения природной воды на основе комплексонов

Для котельной №1 ОАО «Похвистневоэнерго» выполнены расчеты затрат на умягчение 1 м^3 воды по различным технологическим схемам. Затраты на умягчение воды по различным вариантам подготовки представлена в табл. 1.

Таблица 1

Стоимость умягчения 1 м^3 воды

Технология умягчения воды	Затраты, рублей
1. Ионообменная технология	47,6
2. Технология на основе комплексонов	61,2

Внедрение метода умягчения воды комплексонами на котельной №1 ОАО «Похвистневоэнерго» позволит уменьшить затраты на подготовку 1 м^3 воды по сравнению с ионообменным методом в ~ 1,3 раза и существенно сократить потребление свежей воды на собственные нужды установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забарило А.Б. Умягчение регенерационных растворов Na-катионитовых фильтров едким натром // Химия и технология воды. 1985. Т.7, №1.С. 12-16.

2. Чаусов, Ф.Ф. Комплексный водно-химический режим теплоэнергетических систем низких параметров: практическое руководство / Ф.Ф. Чаусов, Г.А Раевская; под ред. проф.С.М. Решетникова и доц. М.А. Плетнёва. Изд. 2-е, исправленное и доп.- М.: Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2003,- 280 с. - Библиогр.: с. 104-116. - ISBN 5-93972-159-1.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

TECHNOLOGICAL APPROACHES TO DECISION OF THE PROBLEM OF WASTE WATER TREATMENT IN "TOGLIATTIKAUCHUK" COMPANY

E.S. Zhurilkina, V.A. Gulyaev
Togliatti State University, Togliatti, Russia

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ООО «ТОЛЬЯТТИКАУЧУК»

Е.С. Журилкина, В.А. Гуляев
Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в настоящее время – одна из наиболее актуальных проблем современности. Промышленные предприятия и городское хозяйство – это потребители больших объемов воды и источники образования сточных вод, загрязняющих окружающую среду [1, 4-6].

Приоритетными направлениями в решении проблемы охраны водных ресурсов на современном этапе является сокращение сбросов сточных вод в водоемы и повышение уровня качества очистки промышленных стоков.

Одно из перспективных направлений снижения загрязнения окружающей среды сточными водами промышленных предприятий - улучшение качества очистки за счёт инженерных и технологических решений и модернизации существующей системы очистки сточных вод. На существующих химических предприятиях города Тольятти устаревшие очистные сооружения, которые не производят качественную очистку сточных вод по следующим показателям: нитратам, нитритам, хлоридам, сульфатам, а по алюминию, фосфатам, меди, нефтепродуктам, хрому, фтору, взвешенным веществам не очищают до установленных норм. Так, например, на сегодняшний день биологические очистные сооружения, принимающие сточные воды, образующиеся от ООО «Тольяттикаучук», а также от населения и предприятий Центрального района г.Тольятти, физически и морально устарели и не обеспечивают качество очищенных сточных вод, соответствующее современным требованиям природоохранного законодательства [1-4].

Для решения этой проблемы была поставлена цель: снизить загрязнения поверхностных вод промышленными стоками на основе совершенствования очистки мембранными методами на предприятии ООО «Тольяттикаучук».

Для обеспечения нормативной очистки сточных вод требуется реконструкция очистных сооружений или строительство новых, с включением в технологическую цепочку полного набора сооружений, обеспечивающих требуемое качество очистки сточных вод и эффективную обработку осадков.

Превышение норматива составляет: по взвешенным веществам в 4,5 -12,5 раз, по хлоридам и сульфатам в 2 раза, по солесодержанию (сухому остатку) – 2,5 раза, а также наличие в очищенных стоках формальдегидов.

Поступление большого количества азота со сточными водами ЗАО “Куйбышевазот“ значительно снижает степень очистки по соединениям азота.

Имеется систематическая недоочистка по фосфатам, сухому остатку, хлоридам, фенолу, металлам, взвешенным веществам.

Существующие стадии очистки сточной воды представлены на рисунке 1.

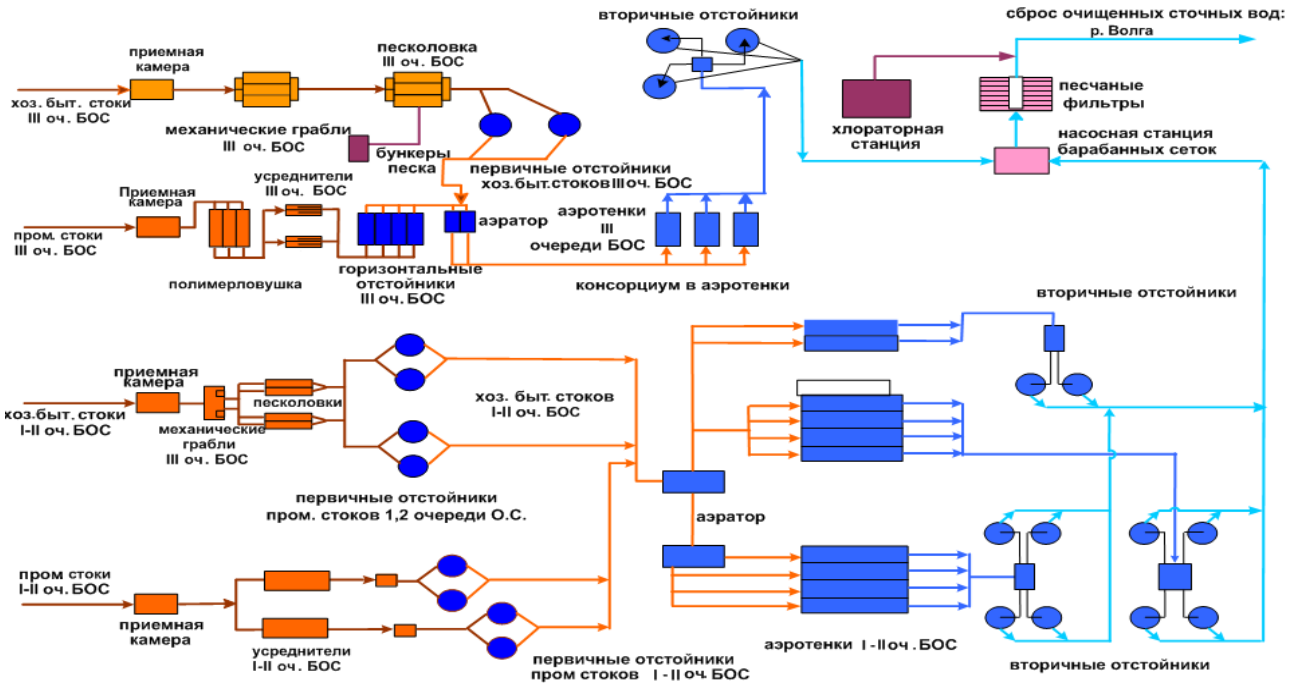


Рисунок 1 — Существующая схема очистных сооружений

Предлагаемая схема очистных сооружений представлена на рисунке 2.

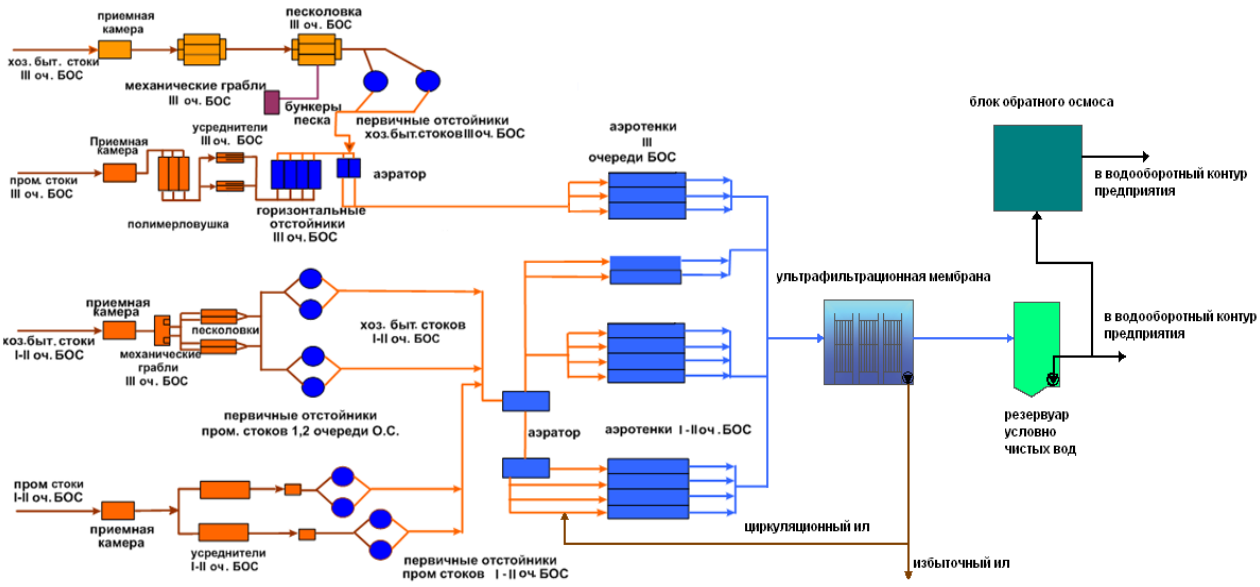


Рисунок 2 — Новая схема очистных сооружений

Для илоотделения и обеззараживания сточной воды наиболее выгодно использовать ультрафильтрационные мембраны.

Ультрафильтрационная мембрана необходима для задерживания микроорганизмов активного ила. Размер отверстий мембран составляет до 0,1 мкм [1].

Вследствие того, что поры мембран имеют меньший размер, чем размеры клеток микроорганизмов, при мембранном илоотделении происходит частичное обеззараживание воды. Очищенная вода может быть сразу направлена на повторное использование для технических нужд.

Для предотвращения засоления оборотной системы предприятия при повторном использовании очищенных сточных вод предусмотрена фильтрация на обратноосмотических мембранах.

Обессоленную воду можно использовать для разбавления очищенных сточных вод для улучшения их качественных показателей, а также использовать на технические нужды, которые имеют повышенные требования к качеству используемой воды [2, 3].

Применение обратноосмотических мембран обеспечит постоянное снижение общего солесодержания в водооборотной системе предприятия ниже требуемых параметров, что, соответственно, позволит сгладить пиковые нагрузки. Разработка новых технологических процессов,

позволяющих создавать замкнутые водооборотные циклы может быть весьма экономически выгодным решением. Не смотря на значительные затраты и довольно дорогую доочистку вод в мембранных фильтрах и в установке обратного осмоса эффект от экономии воды и вторичного использования качественно очищенной воды будет намного экологически и экономически выгодным и оправданным:

- снизится потребление свежей воды из природных источников:
- сократятся сбросы сточных вод;
- снизится плата за сбросы загрязнённых вод;
- улучшится экологическое состояние природных водоёмов.

В совокупности предлагаемая модернизация системы очистки сточных вод с внедрением мембранных установок позволит обосновать перспективы, экономические и экологические выгоды постепенного перехода предприятия на оборотные, замкнутые или бессточные системы водоснабжения.

Проводимые расчеты показали, что внедряемая технологическая схема экономически выгодна. При совершенствовании технологии очистки выгода составит 11074090,45 руб., срок окупаемости составит 0,79 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов, А.В. Разработка эффективной методики очистки стоков от нефтепродуктов / А.В.Анциферов, В.М.Филенков, А.Л.Каплан / Известия Самарского НЦ РАН, Самара. – 2008.
2. Анциферов, А.В. Совершенствование системы водоотведения на общегородских очистных сооружениях / Научно-практическая конференция. Тольятти: ПТИС, 2000.
3. Анциферов А.В., Филенков В.М., Каплан А.Л., Васильев А.В. Реконструкция промышленных очистных сооружений с использованием биореактора. Безопасность в техносфере. 2009. № 3. С. 42-45.
4. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие / А.В. Васильев - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. - 201 с., ил.
5. Васильев А.В. Основы экологии в технических вузах. Учебное пособие. Тольятти, 2000.
6. Васильев А.В., Нустрова Е.А. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО "Тольяттисинтез"). Экология и промышленность России. 2013. № 7. С. 42-45.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

TO THE QUESTION OF THERMO-OXIDIZING OF FITTINGS FOR RUBBER-TECHNICAL PRODUCTS

V.V. Kopyltsov[1], V.A. Taganova[2], A.A. Artemenko[2], S,Ya. Pichkhidze[2]
[1]"Rubber Technique" Company, Balakovo, Russia
[2]Saratov State Technical University Named After Yuri Gagarin, Saratov, Russia

К ВОПРОСУ О ТЕРМООКСИДИРОВАНИИ АРМАТУРЫ ДЛЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В.В. Копыльцов[1], В.А. Таганова [2], А.А. Артеменко[2], С.Я. Пичхидзе[2]
[1]ЗАО «Резинотехника», г. Балаково, Россия
[2]Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

В статье показано, что при использовании термооксидирования значительно увеличивается прочность связи резины с металлом.

Известно [1], что для получения качественных резинотехнических изделий с металлическим каркасом (арматурой) необходима удовлетворительная адгезия резины к металлу. Обычная подготовка металла перед стадиями нанесения адгезивного слоя и вулканизации резиновых смесей предполагает фосфатирование. Этот метод включает 9 стадий:

1. Обезжиривание. Состав ванны: тринатрийфосфат, сода кальцинированная, натрий кремнекислый, окись алкилдиметиламина, конденсат.
2. Промывка в горячей воде.
3. Промывка в холодной воде.
4. Промывка. Состав ванны: нитрит натрия, конденсат.
5. Фосфатирование. Состав ванны: кислота азотная, кислота ортофосфорная, белила цинковые, конденсат.
6. Пассивирование. Состав ванны: хромовый ангидрид, фосфорная кислота, конденсат.
7. Промывка в холодной воде.
8. Ингибирование. Состав ванны: параформальдегид, моноэтаноламин.
9. Сушка.

Основными недостатками известных способов подготовки металлических изделий перед нанесением адгезивных (клеевых) слоёв и изготовлением

резинотехнических изделий являются большие энергозатраты на нагрев, использование дополнительных устройств для генерации перегретого пара, низкая адгезионная прочность [1].

Цель настоящей работы заключается в увеличении прочности сцепления изделий из черных металлов с резиной при вулканизации.

Нами показано, что в разработанном способе подготовки металлических изделий при производстве резинометаллических изделий перед нанесением адгезивного слоя, включающем обработку металлической поверхности, согласно предлагаемому решению, обработку металлической поверхности осуществляют путем окисления в среде воздуха при температуре 220…240°С в течение 20…30 мин [2]. Технологическая схема подготовки металлических изделий приведена на рис.1.

Рисунок 1. Технологическая схема подготовки металлических каркасов

Каркасы загружают в оборотные емкости (бочки) и транспортируют на участок подготовки арматуры.

Бочки с каркасами, с помощью крана, загружают в машину МР 150, где происходит их обезжиривание в перхлорэтилене при температуре 63…73°С, цикл составляет 30…40 минут.

Обезжиренные каркасы извлекают из машины и пересыпают в прямоугольные металлические ящики, затем проводят процесс термооксидирования, а именно: травление и высокотемпературное оксидирование. Термооксидирование проходит в термошкафах Е240 фирмы «BINDER», при температуре 220…240°С с циклом 25…30 мин, где заготовки покрываются оксидным слоем (чем темнее цвет заготовки, тем лучше прошло термооксидирование).

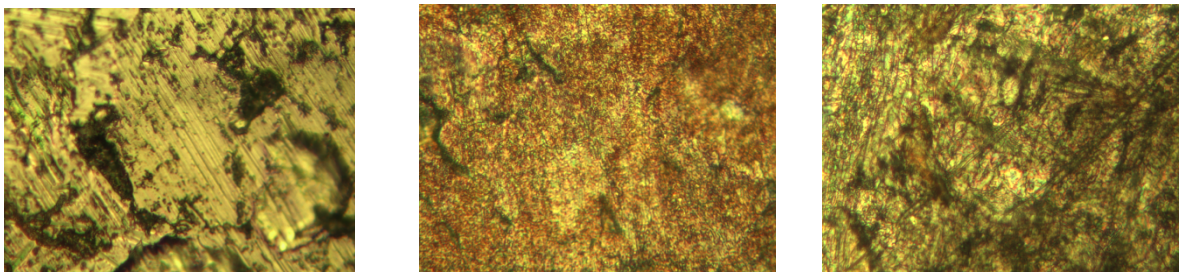
Для оценки усилия отрыва металлических образцов был проведен модельный эксперимент, в котором образцы из стали в виде пятаков диаметром 25 мм с плоской поверхностью с одной стороны и выступающей частью с отверстием с другой стороны для присоединения к испытательному

стенду, окисляли в среде воздуха при температуре 220…240°С в течение 25…30 мин. Далее производилось нанесение грунта и адгезива.

К подготовленным таким образом образцам в специальной пресс-форме производилось крепление резины способом вулканизации при температуре 175°С в течение 7 минут и давлении в гидросистеме пресса вулканизационного 100 кг/см². Специальная пресс-форма устроена таким образом, что два образца устанавливались плоскими поверхностями друг к другу на расстоянии 2 мм. В процессе вулканизации расстояние между образцами заполнялось под давлением резиновой смесью К70-3060 на основе изопренового каучука СКИ-3.

Оценка адгезионной прочности соединений контрольных образцов из резины К70-3060 и металла выполнена на универсальной испытательной машине ИР 5082-100. При этом определялось усилие, необходимое для разделения слоев резины и металла, скорость перемещения подвижного захвата 100 мм/мин. Результаты исследования приведены в табл.1.

Анализ приведенных результатов свидетельствует, что адгезионная прочность сцепления резины с металлом при разрыве повышается с 43,79 кгс/см² (без термооксидирования) до 80,44 кгс/см² (с термооксидированием). Таким образом, окисная пленка, получаемая на изделиях из черных металлов по предлагаемому способу, обладает высокой прочностью сцепления к основному металлу и адгезивному покрытию.



а б с

Рисунок 2. Электронное изображение поверхности арматуры, увеличение – 1200:
а – без модификации, б – термооксидирование, с – фосфатирование.

Из рис. 2 видно, что поверхность термооксидированной и фосфатированной арматуры имеет большую шероховатость. Следовательно, возможно лучшее сцепление этих поверхностей с компонентами резиновой смеси. Большая величина поверхности контакта приводит к повышению адгезионной прочности между арматурой и резиновыми смесями.

Анализ поверхности арматуры показал, что при термооксидировании и фосфатировании поверхность арматуры активизируется одинаково, что доказывает эффективность метода термооксидирования. Таким образом, появляется возможность отказаться от метода фосфатирования. Так как метод фосфатирования требует наличия сложного аппаратурного

оформления, значительных затрат электроэнергии и приводит к образованию значительных количеств промывных сточных вод, очистка которых до санитарных норм требует больших материальных затрат, существует повышенная опасность загрязнения окружающей среды и потери здоровья обслуживающего персонала.

Время термооксидирования в течение 20…30 мин является оптимальным для подготовки изделий перед нанесением покрытия, что подтверждено результатами испытаний, представленными в табл.1. При меньшем или большем времени обработки качество подготовки металлической поверхности к нанесению специального адгезивного (клеевого) слоя снижается, что видно по снижению прочности связи резины с металлом за заявляемыми границами, и наличию максимального усилия отрыва в середине заявляемого диапазона времени обработки. Приведенные в табл.1 результаты получены при обработке изделий при температуре 240°С, однако близкие результаты были получены для диапазона температур 220…240°С.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов на адгезионную прочность

№ п/п	Наименование показателя	Время термооксидирования образца, мин			
		Без термо-оксидиро-вания	10	25	50
1	Усилие отрыва образцов с нанесением “Chemosil” (кгс)	215	375	395	376
2	Усилие отрыва образцов с нанесением Cilbond (кгс)	203	368	393	365
3	Площадь поверхности, $см^2$	4,91	4,91	4,91	4,91
4	Усилие отрыва, кгс	215	375	395	376
5	Характер разрушения	Частичное оголение металла	По резине	По резине	По резине

ВЫВОДЫ

1) предложена технологическая схема подготовки металлических каркасов методом термооксидирования;
2) показано значительное увеличение прочности связи резины с металлом и усилия отрыва при использовании термооксидирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металловедение и термическая обработка стали: Справ. изд. - 3-е изд., перераб. и доп. В 3-х т. Т. 1. Методы испытаний и исследования / Под ред. Бернштейна М.Л., Рахштадта А.Г. М.: Металлургия, 1983. - 352 с.
2. Заявка на изобретение №2013134683/02 (051900), C23C 8/18 Способ подготовки изделий перед нанесением адгезивного слоя / Копыльцов В.В., Игнатов А.И.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

POSSIBILITY OF USING OF WATER EXTRACT OF EXTERNAL КОРЫ *BETULA PENDULA ROTH* FOR MANUFACTURING OF BAKERY PRODUCTS OF FUNCTIONAL PURPOSE

N.I. Kosolapova, A.A. Miroshnichenko, I.B. Kometiani
Kursk State University, Kursk, Russia

Investigations of the possibility of using an aqueous extract of bark *of Betula pendula Roth* received on technology of TPK "KAVITA" as a dietary supplement for the production of bakery goods of a functional purpose.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА ВНЕШНЕЙ КОРЫ *BETULA PENDULA ROTH* ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.И. Косолапова, А.А. Мирошниченко, И.Б. Кометиани
Курский государственный университет, г. Курск, Россия

Проведены исследования возможности применения водного экстракта внешней коры *Betula pendula Roth*, полученного по технологии ООО «ТПК «КАВИТА» в качестве биологически активной добавки для изготовления хлебобулочных изделий функционального назначения.

Идея здорового образа жизни и употребления полезных продуктов из года в год набирает всё большую популярность во всем мире. Одним из элементов здорового образа жизни является функциональное питание, которое предусматривает учет не только пищевой ценности продуктов, но и их функциональность (полезность) или биологическую ценность. Продукты, которые используются в функциональном питании, должны обладать антиканцерогенными, антиоксидантными, противовоспалительными, холестеринорегулирующими и многими другими полезными свойствами.

Придать вышеперечисленные свойства продуктам можно путем добавления в них в момент приготовления различных биологически активных препаратов, например, растительного происхождения. Среди таких препаратов особое место, благодаря широкому спектру проявляемых видов биологической активности, доступности сырья, технологичности методов выделения, занимают экстракты березовой коры *Betula pendula Roth*,

содержащие в качестве основных действующих веществ соединения класса тритерпеноидов (бетулин, бетулиновая кислота, лупеол) [1].

В научно-техническом центре ООО «ТПК «КАВИТА» разработан способ получения водного экстракта бересты березы с использованием технологии ультразвуковой кавитационной обработки сырья. Основными преимуществами нового способа извлечения экстрактивных веществ являются: токсикологическая и экологическая безопасность, достигаемая за счет отказа от использования токсичных, зачастую пожароопасных растворителей и экспрессность. Водный экстракт внешней коры *Betula pendula Roth* содержит в качестве основных компонентов биологически активные тритерпеноиды лупанового ряда, в частности бетулин. Массовые концентрации токсичных элементов не превышают предельно допустимые уровни, установленные ТР ТС 021/2011 [2].

Для того чтобы оценить возможность использования водного экстракта внешней коры *Betula pendula Roth* в качестве биологически активной добавки, придающей хлебобулочным изделиям функциональные свойства, были проведены исследования влияния исходного экстракта, получаемого в виде устойчивого золя, и его обезвоженного остатка (сухого экстракта) на физиологическую активность и биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с использованием модифицированных методик [3, 4].

Результаты исследований представлены на рис.1-2.

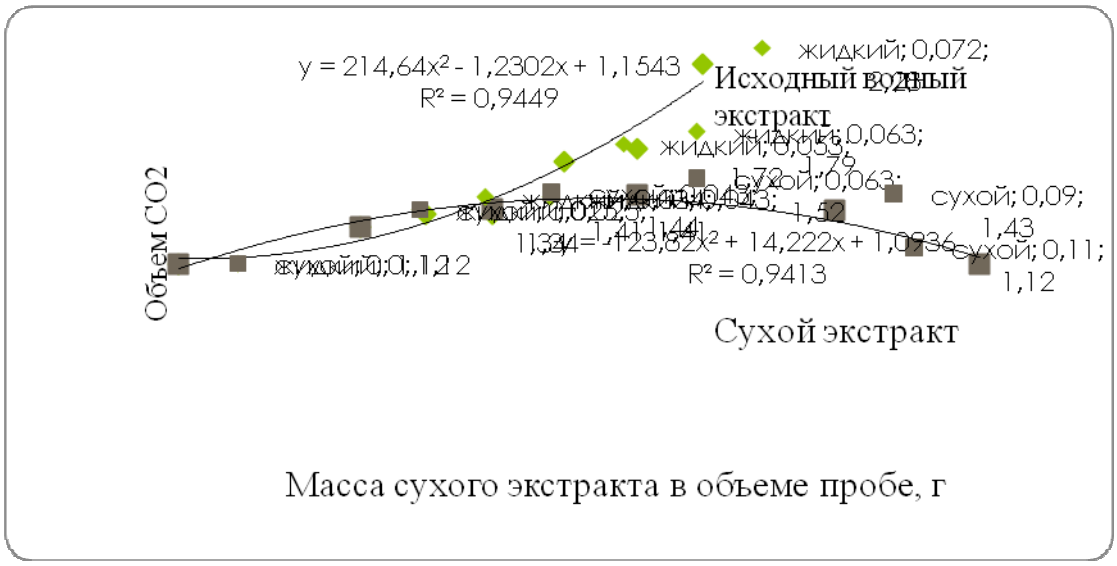


Рисунок 1. Изменение интенсивности выделения CO_2 в зависимости от содержания биологически-активных веществ экстракта в пробе в условиях эксперимента.
(Vпробы = 25 мл; m дрожжей = 1,56 г; m муки = 2 г; m сахара= 0,75 г)

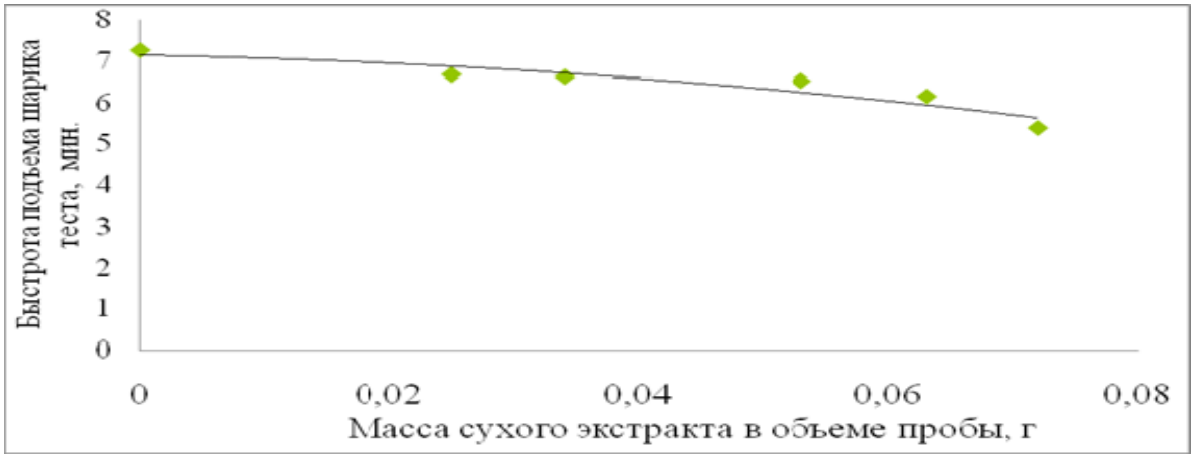


Рисунок 2. Зависимость подъемной силы дрожжей от содержания биологически-активных веществ экстракта в условиях эксперимента (V пробы= 25 мл; m дрожжей= 1,56 г; m муки= 6 г)

Показано, что добавление в систему экстракта внешней коры *Betula pendula Roth*, полученного с использованием ультразвуковой кавитационной обработки сырья в водной среде, увеличивают физиологическую активность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. При этом наиболее выраженный благоприятный биологический ответ на увеличение концентрации экстрактивных веществ наблюдается в пробах, в которые они были введены путем добавления исходного жидкого экстракта. Кроме того увеличение содержания экстрактивных веществ выше 0,07 г на 25 мл пробы путем добавления сухого экстракта приводит даже к некоторому снижению физиологической активности дрожжей. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что введение в систему биологически активных веществ в составе исходного водного экстракта является предпочтительным.

Далее с учетом результатов описанных исследований, исходя из величины рекомендуемой Министерством здравоохранения и социального развития РФ суточной дозы потребления бетулина, которая принята на уровне 80 мг/сут., нами была разработана рецептура изготовления хлебобулочных изделий функционального назначения [5]. Для выявления влияния введения экстрактивных веществ на показатели качества и потребительские свойства готовых хлебобулочных изделий были приготовлены как образцы белого хлеба функционального назначения по разработанной рецептуре, так и аналогичные контрольные образцы без добавления экстракта. Были определены показатели качества указанных изделий, а так же установлены сроки их годности [6]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика изготовленных хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Результаты фактических испытаний, x±Δ		Нормативные требования (по ГОСТ 52462)
	Контрольный образец пшеничного хлеба	Образец пшеничного хлеба изготовленный по разработанной рецептуре	
Форма	Округлая	Округлая	-
Состояние поверхности	Гладкая, без трещин	Гладкая, без трещин	Соответствующее виду изделия
Цвет	Светло-желтый	Светло-желтый	От светло-желтого до темно-коричневого
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса	Пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса	Пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса
Вкус, запах	Свойственный изделию данного вида, без постороннего запаха, без постороннего привкуса	Свойственный изделию данного вида, без постороннего запаха, без постороннего привкуса	Свойственный изделию данного вида, без постороннего запаха, без постороннего привкуса
Влажность, %	37,0 ±0,5	36,7±0,5	19,0– 48,0
Пористость, %	74,0±2,0	66,5±1,0	≥ 65,0
Кислотность, град.	3,0±0,2	3,0±0,2	2,5 – 4,0

Показано, что введение функциональной добавки не приводит к снижению потребительских свойств готовых хлебобулочных изделий и благоприятно сказывается на величине срока хранения продукции, продляя его до семи суток.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что применение водного экстракта внешней коры *Betula pendula Roth* в качестве биологически активной добавки при изготовлении хлебобулочных изделий не только придает им функциональные свойства, но и увеличивает срок годности изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косолапова Н.И., Кометиани И.Б., Мирошниченко А.А. Состав водного экстракта внешней коры *Betula pendula Roth* [Текст]// Н.И. Косолапова, И.Б. Кометиани, А.А. Мирошниченко. - Электронный научный журнал Курского государственного университета, № 3. – 2014.

2. ТР ТС 021/2011 Технический регламент таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» – Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза 09.12.2011. – 242 с.

3. Аливердиева А.А. Влияние микроволн экстрактов растений на устойчивость клеточной культуры *Saccharomyces cerevisiae* [Текст]// А.А. Аливердиева. - И.: Махачкала. - 2007. – С. 40-49.

4. ГОСТ 171-81 Дрожжи хлебопекарные прессованные для внутрипроизводственного контроля. – Введ. 01.08.2013. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 2013. – 11

5. Старовойтова О.В. Влияние антиоксидантов на биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в технологии хлеба и мучного кондитерского изделия [Текст]/ О.В. Старовойтова. – Казань. – 2008. – 279 с.

6. ГОСТ 52462 Изделия хлебобулочные из пшеничной муки. Общие технические условия. – Введ.27.12.2002. – М.: ФГУП Стандартинформ. – 2005. – 14 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

ENGINEERING METHOD OF ACOUSTICAL COMPLETION OF MACHINES AND MECHANIZMS IN CONDITIONS OF PRODUCTION AND EXPLOITATION UP TO PS-70 LEVEL OF REQUIREMENTS

B.A. Krishnevsky
"Ergos" LLC, St.-Petersburg, Russia

ИНЖЕНЕРНЫЙ СПОСОБ АКУСТИЧЕСКОЙ ДОВОДКИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДО УРОВНЯ ТРЕБОВАНИЙ ПС-70

Б.А. Кришневский
ООО «ЭРГОС», г. Санкт-Петербург, Россия

Способ позволяет без вмешательства в конструкцию машины, имеющих кабину как основное средство защиты операторов, при доминировании воздушной составляющей спектра шума измерить фактические величины звукоизолирующей эффективности кабины и, сопоставляя с потенциально достижимыми величинами, определить резерв ее увеличения (это 10-15 дБ). При поэтапной реализации этого резерва можно судить о балансе в спектре шума воздушной и структурной его составляющих.

В последние годы в трудах научно-технических конференций [1-4, 7-11] были опубликованы доклады в области технической акустики, которые описывали решение целого ряда задач по улучшению шумовых характеристик машин и механизмов (далее – машин) непосредственно в условиях производства или их эксплуатации в транспортном и энергетическом машиностроении.

Такие задачи возникают, как правило, по требованию заказчиков машин, а у производителей в лучшем случае имеются только спектры шума машин (иногда аналогов машин) и, естественно, при отсутствии предшествующих НИР и ОКР.

Обобщая опыт предыдущих работ, в данной работе хотелось бы для широкого круга молодых инженеров и научных сотрудников кратко изложить, что необходимо знать о закономерностях процесса шумообразования на машинах, на которых основным средством защиты от шума операторов является кабина.

На примере акустической доводки кабины оператора одной из самых шумных мелиоративных машин ЭТЦ-408 на базе трактора Т-130 показать

доминирующую роль в этом процессе воздушной составляющей спектра шума по отношению к структурной (вибрационной) составляющей.

Это позволило сформулировать простой и доступный способ акустической доводки кабин операторов самоходных машин без вмешательства в конструкции машин [5]. До середины 80-х годов прошлого века в тракторном и строительно-дорожном машиностроении для этого применялся метод полной виброизоляции кабины, то есть устранялись все, так называемые, звуковые мостики (конструктивные связи).

Данный способ в условиях производства (или эксплуатации) машины в очень сжатые сроки (при содействии производителей) решал задачу улучшения шумовых характеристик до уровня требований ПС-80 (85 дБА).

В дальнейшем этот способ использовался при акустической доводке вагонов метро и трамвая, промышленных электродвигателей, трактора МТЗ-82. Особо требуется отметить, что для выполнения работ требуется шумомер с октавными и третьоктавными фильтрами, и источник «белого» шума.

Приступая к работе по акустической доводке кабины, необходимо знать и понимать нижеизложенное. Спектры шума машин, в подавляющем большинстве случаев, имеют широкополосный характер (от 31,5 Гц до 8000 Гц), который мало изменяется во времени. Спектры шума есть результат энергетического суммирования звуковой энергии воздушной и структурной (вибрационной) его составляющих.

В области низких частот до 300 Гц в спектрах шума доминирует структурная составляющая; эта область описывается законами волновой акустики. В области средних частот (300 Гц – 700 Гц) вклад энергии в спектры шума машин воздушной и структурной его составляющих примерно одинаков. На высоких частотах (выше 700 Гц) обычно доминирует воздушная составляющая. В области средних и высоких частот для описания процесса шумообразования машин применимы законы статистической теории акустики.

Когда заказчик представляет спектр шума машины, то, в первом приближении, уже можем судить о предстоящем исследовании. Для этого спектр шума должен иметь линейный уровень звука в дБ и уровень звука в дБА. Если разность между ними меньше 10 дБ, то в спектре шума машины доминирует воздушная составляющая. Если эта разность от 10 дБ до 20 дБ, то вклад воздушной и структурной составляющих примерно одинаков. При разности более 20 дБ, доминирует структурная составляющая.

Далее методом энергетического суммирования по октавным полосам частот необходимо проверить правильность в измерениях представленного спектра шума машины. Эта процедура занимает не более одной минуты. В широкополосном спектре шума не должно быть ни одного значения уровней звукового давления в октавных полосах частот выше линейного уровня звука.

Несколько слов о нижней границы диффузности звукового поля для замкнутых объемов, когда плотность звуковой энергии по объему примерно одинакова, и приход звуковых волн в данную точку пространства равновероятен. Когда число возникающих в объеме осевых, касательных и

косых звуковых волн более 10 (по некоторым данным более 20), звуковое поле принято считать квазидиффузным, то есть «условно» диффузным.

На практике частота нижней границы квазидиффузного звукового поля – 180 Гц. Зачем нам это знать? Эта частота нижней границы октавной полосы с частотой 250 Гц, начиная с которой применимы законы статистической теории акустики. Самый важный из этих законов – закон «масс», который на средних и высоких частотах позволяет методом звукоизоляции достичь требуемой эффективности по снижению воздушной составляющей спектра шума машин.

С ростом частоты звуковых волн звукоизоляция по закону «масс» растет до так называемого «эффекта волнового совпадения», когда проекция звуковой волны в воздухе совпадает с частотой изгибной волны в преграде. Потери звукоизоляции могут достигать 15-20 дБ. Однако на практике эти потери следует учитывать при толщине преграды 8 мм и более, при которых провал в звукоизоляции может быть в области частот 500 Гц - 1000 Гц.

Все вышеизложенное необходимо иметь в виду приступая к работе по акустической доводке машины. Но на что еще надо обратить внимание. Какие возникают трудности по мере выполнения такой работы. Сложность в акустической доводке заключается в том, что в машине много источников шума, имеющих разные характеры спектров и разные уровни звуковой мощности. Если в машине изначально не были предусмотрены меры по снижению шума, то в суммарном спектре шума доминируют обычно два-три источника шума.

Согласно закону энергетического суммирования, если из двух одинаковых по уровню звука источников шума убрать один (уменьшив его уровень звука на 10 дБ), то уровень шума уменьшится на 3 дБ. Например, если бы от двух доминирующих источников шума машины в контрольной точке мы имели 98 дБА, то, локализуя один из них, уровень звука в этой точке будет 95 дБА.

Если удастся снизить уровни шума доминирующих источников шума на 5-7 дБ, то мы обнаружим, что появятся уже несколько новых источников шума меньшей мощности, которых раньше маскировали доминирующие источники шума. Что бы продолжить работу по акустической доводке будет необходимо заниматься каждым источником шума по мере их выявления.

Потом в поле нашего зрения появятся все больше источников шума еще более меньшей мощности излучения. При этом ощутим один из «паразитных» законов акустики.

$$L_n = L_1 + 10\, L_g\, n, \qquad (1)$$

где L_1 – уровень звукового давления, дБ, от одного источника шума;

n – количество источников шума, имеющих одинаковые уровни мощности излучаемого звука.

Нетрудно определить, что десять одинаковых источников шума в сумме увеличат уровень звука на 10 дБ, а сто источников шума – уже на 20 дБ. Поэтому на энергонасыщенных машинах чем выше требования к шумовым характеристикам, тем более усложняется работа по их акустической доводке.

Это послужило основой для появления способа акустической доводки кабин машин. Перед автором данной работы в 1974 году в НПО ВНИИземмаш (Ленинград) была поставлена задача снизить уровни шума на всей номенклатуре мелиоративных машин (это более 30 проектов) до уровня требований ПС-80 (85 дБА).

Большинство мелиоративных машин базировалось на промышленном тракторе Т-130, уровни шума в кабине оператора которого составляли 88-89 дБА. Мелиоративные машины имели дополнительное активное (шумное, особенно гидравлическое), как правило, навесное оборудование. Превышения уровня шума в кабинах операторов таких машин было от 7 дБА до 19 дБА

Поэтому задача была сформулирована следующим образом: «Снижение шума на рабочих местах мелиоративных машин путем улучшения звукоизолирующих свойств кабин» [6]. Стендовые исследования позволили определить предельно достижимые (потенциальные) величины звукоизолирующей эффективности кабины, как замкнутого объема, от воздушного шума в контрольной точке пространства, например, на уровне головы оператора. Кабина была изготовлена из традиционных материалов: стальной лист 1-2 мм, стекло и резина 4-6 мм. Эти величины приведены в таблице 1.

Таблица 1

Октавная полоса с частотой, Гц	250	500	1000	2000	4000	8000
Потенциальная эффективность, дБ	14	17	22	32	37	34

Звукоизолирующая эффективность кабины – это разность уровней звукового давления в контрольной точке пространства без кабины и при ее установке. На самой шумной мелиоративной машине в октавной полосе с частотой 1000 Гц было зарегистрировано 102 дБ. Из таблицы видно, что при реализации на этой частоте потенциальной эффективности кабины внутри нее будет 80 дБ.

В этот период времени усилился контроль над эргономическими показателями машин, в первую очередь над шумом и вибрацией на рабочих местах, со стороны СЭС. По требованию Эстонской СЭС в г. Таллине на ПО «ТАЛЛЭКС» был выполнен комплекс работ по акустической доводке кабины экскаватора траншейного цепного ЭТЦ-408 на базе трактора Т-130М. Исходный уровень шума был 98 дБА.

В процессе акустической доводки кабины Т-130 она была консольно виброизолирована от рамной конструкции: сзади кабина имела по углам горизонтальные сайлент-блоки, а впереди опиралась на пружинные специально сконструированные амортизаторы с ограничителями амплитуды колебаний. Вводы всех органов управления были герметизированы.

Повышена звукоизоляция со стороны пола кабины. В итоге уровень шума был снижен до 84 дБА.

ЭТЦ-408 – одна из самых шумных машин с активным навесным оборудованием. Этот опыт показал, что дополнительно реализуя звукоизолирующие свойства кабины, то есть уменьшая вклад воздушной составляющей спектра шума, мы получаем эффект его снижения на 14 дБА.

Этот результат позволил выйти с предложением на НПО «Челябинский тракторный завод» о приведении уровня шума в кабине трактора Т-130М до 83 дБА. В этот период времени на тракторном заводе велась работа по модернизации Т-130. Результатом совместной работы, благодаря заслуге ведущего конструктора Реузовой Зои Васильевны, стала постройка встречного, по отношению к главному сборочному, конвейера по сборке кабины трактора Т-170 в шумозаглушенном исполнении.

Таким образом, на большинстве мелиоративных машин на базе Т-170 была решена проблема защиты операторов от повышенного шума до уровня требований предельного спектра ПС-80. Вместе с тем было установлено, что на ряде машин дополнительное оборудование вызывало увеличение влияния на спектры шума в кабине трактора структурной составляющей в октавных полосах с частотами 125Гц и 250 Гц.

Источником шума оказалась задняя панель кабины, которая закрывала топливный бак за сиденьем оператора. На частоте 175 Гц (на границе двух октавных полос) имело место резонансное возмущение панели, которое увеличивало уровни звукового давления на 10-15 дБ. Вибродемпфирование задней панели посредством нанесения на нее слоя вибропоглощающей полимерной мастики ВПМ-1 (четыре толщины мастики от толщины металла) позволило устранить это явление.

Накопленные знания и опыт по акустической доводке кабин мелиоративных машин позволили сделать следующее обобщение. Акустическая (звукоизолирующая) эффективность является объективной мерой защитных свойств замкнутой конструкции (кабины, вагонов трамвая или метро) от воздушного шума, проникающего через ограждающие поверхности в широком диапазоне частот от 250 Гц до 8000 Гц.

Сопоставляя реальные величины эффективности, измеренные от точечного излучателя «белого» шума в контрольной точке пространства, с потенциально достижимыми величинами, находим потери эффективности замкнутой конструкции. Они достигают обычно 10-15 дБ. Время всех измерений не превышает двух часов.

Выявление «акустически слабых мест» в кабине, вызывающих потери эффективности, и поиск технических решений для их устранения не превышает одного рабочего дня. Последующие измерения должны подтвердить эффективность найденных технических решений. Она, как правило, составляет 6-8 дБ.

Повторные измерения спектра шума в кабине машины на рабочем режиме позволяют сделать вывод, исходя из закона энергетического суммирования, о степени доминирования воздушной составляющей шума. Предположим, если

улучшение шумовых характеристик на низких и средних частотах меньше величин устраненных потерь звукоизолирующей эффективности кабины, то по разнице в величинах можно судить о вкладе в спектр шума его структурной составляющей.

Если требуемый результат не достигнут, то по изложенной методике проводится второй этап работы и так далее. Практика показывает, что время, затрачиваемое на акустическую доводку кабин не превышает 2-3 дней.

При условии полной реализации звукоизолирующей эффективности кабины уменьшение вклада воздушной составляющей шума может составить еще 6-8 дБ. Вибродемпфирование металлических поверхностей, которые составляют в кабине около 60% от общей площади ограждающих поверхностей, позволяет уменьшить вклад структурной составляющей еще на 3-4 дБ.

Таким образом, при наличии требований заказчика можно решить проблему снижения уровня шума до требований ПС-70 (75 дБА). Всемирной организацией здравоохранения уровень шума 75 дБА признан безопасным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кришневский Б.А., Ягнятинский А.Л. Звукоизоляция малых объемов. II Всероссийская НПК «Защита от повышенного шумового воздействия», Санкт-Петербург, 2009.
2. Кришневский Б.А., Федорович М.А., Драганчев Х., Ягнятинскис А.Л.. Практика решения ряда текущих задач в прикладной акустике в XXI веке. Научно-технический конгресс «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT-2011.
3. Кришневский Б.А. Практика решения насущных задач в технической акустике. III Всероссийская НПК «Защита населения от повышенного шумового воздействия», Санкт-Петербург, 2011.
4. Кришневский Б.А.. Роль вибропоглощения в снижении шума в источнике – асинхронном электродвигателе. IY Всероссийская НПК с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации», Санкт-Петербург, 2013.
5. Авт. свид. OIM17/00, положительное решение Госкомизобретений от 30.06.87 «Способ определения звукоизолирующих свойств кабины самоходной машины».

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

IMPROVEMENT OF NOISE VALUES OF INDUSTRIAL ASYNCRONOUS ELECTRICAL ENGINES IN CONDITIONS OF PRODUCTION

B.A. Krishnevsky[1], M.A. Fedorovich[2]
[1]Ergos" LLC, St.-Petersburg, Russia
[2]St.-Petersburg Society of Scientific-Technical Knowledge, St.-Petersburg, Russia

УЛУЧШЕНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМЫШЛЕННЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

Б.А. Кришневский[1], М.А. Федорович[2]
[1]ООО «ЭРГОС», г. Санкт-Петербург, Россия
[2]Санкт-Петербургское общество научно-технических знаний, г. Санкт-Петербург, Россия

Для промышленных электродвигателей предлагается новый способ улучшения шумовых характеристик путем замены традиционного вибропоглощающего покрытия на накладные (съемные, металлические) частотно-настраиваемые вибропоглощающие конструкции и ряд других конструктивных шумозащитных мер.

В 2011-2013 г.г. на ООО «ПО «ЛЭЗ» г. Санкт-Петербург (бывший филиал ОАО «Силовые машины» - Электросила») была проведена НИР и ОКР по улучшению шумовых характеристик асинхронных электродвигателей (далее – двигателей) большой мощности типа ДАЗ-560 и АЗМА 6300/6-2УХЛ4 для Белоярской атомной электростанции.

Несмотря на то, что за предшествующее этому время в энергомашиностроении были разработаны конструктивные меры снижения шума двигателей такие, как скос пазов ротора, уменьшение размеров подшипников качения, замена подшипников качения на подшипники скольжения, снижение отношения масс вращающихся и неподвижных элементов машины, оптимизация профиля лопаток вентилятора, уменьшение частоты вращения ротора, уровень шума двигателей большой мощности оставался достаточно высоким 95-98 дБА [2].

Необходимо отметить, что в процессе работы выяснилось, что, как правило, вес двигателей был близок к максимально допустимым величинам,

которые были заданы в техническом задании. Поэтому суммарный вес всех конструктивных мер шумозащиты не должен был превышать 200-300 кг.

Для приведения вышеуказанных двигателей по уровню шума к требованиям заказчика – 85 дБА было экспериментально обосновано и выполнено нанесение вибропоглощающего покрытия (ВПМ-1 производства ООО «ЭРГОС», Россия) на корпуса двигателей, за исключением торцевых поверхностей, где толщина стенок 20 мм, и съемных кожухов.

Это позволило на ДАЗ-560 снизить уровень шума до 86-87 дБА. При этом на передний план вышло излучения шума из таких локальных мест, как места ввода силовых кабелей и технологические люки. Устранение такого излучения привело к уменьшению уровня шума до 82-83 дБА.

На двигателях АЗМА 6300/6-2УХЛ4 дополнительно было выявлено и устранено излучение шума из полостей-волноводов по бокам от статора. В итоге были достигнуты уровни шума со стороны боковых поверхностей корпуса 84 дБА, а со стороны торцевых поверхностей – 80,5 дБА.

Покрытие ВПМ-1 экологически чистое – на водной основе, мастичного типа, что необходимо для нанесения на поверхности сложной формы. Но оно требует послойной сушки при температуре 18-20°С и цеховой вентиляции примерно сутки. Внутри корпусов двигателей время сушки увеличивается. То есть, время нанесения покрытия с сушкой слоем 8-10 мм занимает 4-5 суток.

С сентября по май температура в цехах завода ниже на несколько градусов, время сушки увеличивается, что усложняет техпроцесс. Принудительная сушка не намного ускоряет процесс и ее сложно организовать. Тем не менее, когда есть жесткие условия заказчика, завод идет на технологические потери времени.

Тенденции развития энергомашиностроения требуют снижения уровней шума двигателей до 75-77 дБА. Результат работы на двигателях большой мощности показал, что метод вибропоглощения позволяет уменьшить уровни шума на 15-17 дБА, но не технологичен по времени сушки в условиях производства двигателей.

Пример технологичности – это, когда вагон метро изнутри покрывают ВПМ-1, и снаружи красят, а затем закатывают в сушильную камеру, где температура +80°С и сильная принудительная вентиляция. Слой покрытия 4-5 мм высыхает за один час.

В последние годы появился более технологичный способ вибродемпфирования металлических ограждающих поверхностей/3/. Это – накладные частотно-настраиваемые металлические листы. К достоинствам предлагаемого металлического вибропоглощающего устройства относятся технологическая простота, малые габариты, малый вес и низкая стоимость.

Снижение вибраций конструкции при облицовке таким устройством обусловлено: сухим трением контактирующих участков поверхностей конструкции и накладного листа, с вязкими потерями при перекачке воздуха в зазорах между указанными поверхностями при изгибных колебаниях конструкции и накладного листа.

Накладной лист примерно в 8-10 раз тоньше листа конструкции. Для достижения широкополосного эффекта от установки металлического устройства необходимо осуществить частотную настройку участков накладного листа на частоту низшего резонансного максимума демпфируемой конструкции.

Применительно к транспортному и знергетическому машиностроению в целях повышения эффективности таких металлических устройств было предложено авторами данного способа вибродемпфирования из ЦНИИ им. академика А.Н.Крылова нанести на накладной металлический лист покрытие ВПМ-1.

Эффективность такого покрытия показана на рис.1. Видно, что покрытие ВПМ-1 позволяет получить дополнительный эффект по снижению вибровозбудимости демпфируемой конструкции уже начиная с третьей моды колебаний и имеет место на всех последующих модах колебаний.

В итоге получаем тот же эффект, что при нанесении на демпфируемую конструкцию одного покрытия ВПМ-1. Но при этом применение накладного листа с точечным креплением в пучностях колебаний с нанесенным покрытием ВПМ-1 позволяет снизить вес этого покрытия в 2,5-3 раза. Важно, что стоимость покрытия уменьшается в 2-2,5 раза.

Этот способ технологически более удобен для производства, так как накладные листы заранее изготавливаются на других участках производства.

В данный момент решается вопрос о проверке эффективности данного способа на одном из экспериментальных двигателей. На такое техническое решение подана заявка на получение патента – «полезная модель».

Чем выше требования по уровню шума двигателей, тем все большее значение в процессе шумообразования имеют локальные источники шума. В первую очередь - это силовые щиты ввода кабелей, а при воздушном теплообменнике – проемы для всасывания внешнего воздуха вентилятором и его последующего выхода с противоположной стороны.

Силовые щиты представляют собой навесные коробчатые конструкции из тонколистового металла, в нижней части которых осуществляется ввод кабелей. Сторона конструкции, прилегающая к корпусу двигателя, имеет проем большой площади, и по контуру прилегания является местом с пониженной звукоизоляцией.

Ниже в таблице 1 приведены величины звукоизоляции различных видов кромочных соединений поверхностей конструкций, которая позволяет выбрать вид кромочного соединения с величиной звукоизоляции не уступающей звукоизоляции корпуса двигателя. Это относится и к выбору вида кромочного соединения для съемных кожухов двигателей и крышек технологических люков.

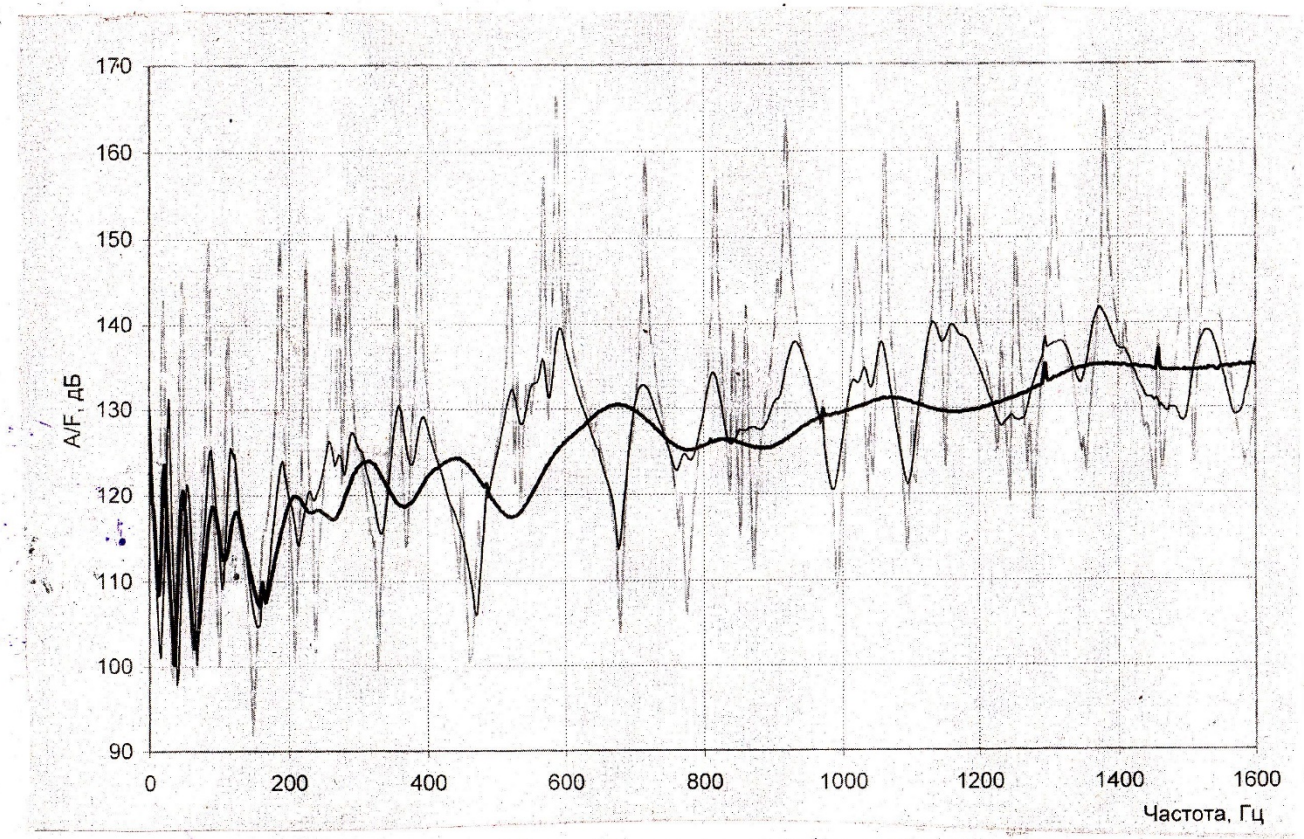


Рис.1. Спектры вибровозбудимости демпфируемого стального листа в точке геометрического центра

без накладного металлического листа;
с накладным листом (17 точек соединения);
с накладным листом, имеющим покрытие ВПМ-1

Локализация проемов воздушного теплообменника двигателя путем изменения направления потоков воздуха с горизонтального на вертикальное способом экранирования показала эффективность снижения уровня шума на 7 дБА.

Предлагаемые меры шумозащиты для двигателей позволят улучшить их шумовые характеристики на 5-10дБА, достичь уровней шума 75-77 дБА и по этим показателям выйти в лидеры на мировом рынке в энергомашиностроении.

Заметим, что еще в потенциале есть такое средства снижения шума, как звукопоглощение, совершенно отсутствующее в двигателях. В конструкциях двигателей имеются в углах пустоты, где возможно размещение звукопоглотителей. Известно, что в трехгранных углах концентрация звука до 8 дБ [1-3].

Обычные звукопоглотители не подходят, потому что они должны быть теплостойкие, не давать никакой пыли (скорости воздухообмена высокие), и иметь срок службы не менее 30 лет. Вариант выхода есть – это спеченные металлические сетки, которые в начале 90-х годов прошлого века были разработаны белорусскими учеными в г. Минске.

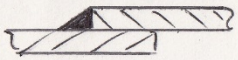
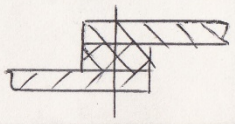
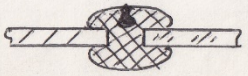
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кришневский Б.А. Роль вибропоглощения в снижении шума в источнике – асинхронном электродвигателе. IY Всероссийская НПК с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации», Санкт-Петербург, 2013.

2. Исаков В.М., Федорович М.А. Виброшумозащита в энергомашиностроении. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд, 1986, 208 с.: ил.

3. Кирпичников В.Ю. Вибровозбудимость конструкций и пути ее уменьшения. БГТУ, Санкт-Петербург, 2011, 206 с.

Звукоизоляция различных видов кромочных соединений поверхностей

Вид кромочного соединения		Величины звукоизоляции в дБ на участках кромочных соединений поверхностей кабин в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц							
Описание	Конструктивное исполнение	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Непрерывный сварной шов		13	23	28	27	31	36	41	37
Точечная сварка с шагом 150-200 мм с уплотнением по контуру поверхности упруговязкой мастикой		25	26	29	28	33	28	25	25
Точечная сварка с шагом 150-200 мм без уплотнения по контуру поверхности мастикой		17	24	24	26	23	22	24	23
Точечное болтовое соединение через резиноупругий уплотняющий слой		25	25	29	28	31	26	25	24
В эластичном уплотнителе		16	10	12	23	26	26	23	25

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

BIOLOGICAL WASTE DEHYDRATION OF POLYMER DRILLING FLUID

E.V. Maksina, V.V. Ermakov
Samara State Technical University, Samara, Russia

A new approach to recycling polymer-containing waste drilling mud based on an enzymatic degradation of polysaccharide molecules. As a result of experimental studies by the example solutions carboxymethylcellulose, guar gum, xanthan gum evaluated the efficacy of biodegradation of the polymers to reduce the viscosity of waste drilling muds.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩЕГО БУРОВОГО РАСТВОРА

Е.В. Максина, В.В. Ермаков
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Представлен новый подход к утилизации полимерсодержащего отработанного бурового раствора, основанный на ферментативной деструкции молекул полисахаридов. В результате экспериментального исследования на примере растворов карбоксиметилцеллюлозы, гуаровой камеди, ксантановой смолы оценена эффективность применения биодеструкции полимеров для снижения вязкости отработанных буровых растворов.

Отработанный буровой раствор (ОБР) - один из наиболее крупнотоннажных отходов нефтяной и газовой промышленности [1, 4-5]. Стабилизация коллоидной системы бурового раствора происходит за счёт использования органических полимеров, выполняющих различные функции. Наиболее применимыми являются такие полисахариды, как ксантан, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), гуаровая камедь и другие.

Месторождения нефти и газа находятся в основном в труднодоступных регионах, где наблюдаются сложные геологические и климатические условия. Переработка отработанного бурового раствора, особенно в условиях территорий с неразвитой инфраструктурой, затруднительна. Значительное содержание воды в отходе делает нерентабельной его транспортировку на значительные расстояния.

Перспективными являются биологические методы утилизации, основанные на природной способности микроорганизмов вырабатывать ферменты класса гидролаз в процессе своей жизнедеятельности [1-3].

Источником таких микроорганизмов может выступать пивная дробина. Остающийся в ней органический материал является одновременно субстратом для иммобилизации микрофлоры и питательной средой, что позволяет сохранять активность микрофлоры в течение длительного времени при хранении и транспортировке.

До настоящего момента работы в области деструкции отработанного полимерсодержащего бурового раствора под воздействием микроорганизмов не проводились.

В настоящем исследовании оценивалась стойкость к ферментативному разложению растворов полимеров, наиболее широко применяемых при изготовлении композиций буровых растворов. Среди них - КМЦ, гуаровая камедь, ксантан. Также эксперименты проводились на отработанном буровом растворе, содержащем в своем составе данные полимеры.

В качестве показателя эффективности деполимеризации в эксперименте использована вязкость среды. Она являлась индикатором скорости процесса осаждения частиц.

В экспериментах в качестве материала для иммобилизации ферментирующих микроорганизмов выступала пивная дробина. Также в настоящем исследовании использовался готовый ферментный препарат как вариант многократно избыточного количества фермента.

Установлено, что микрофлора пивной дробины способствовала деструкции макромолекул гуаровой камеди и КМЦ (Рис. 1, 3). Биологическая деструкция для данных видов полимеров с использованием пивной дробины заканчивалась на 30-50% быстрее естественного гидролиза.

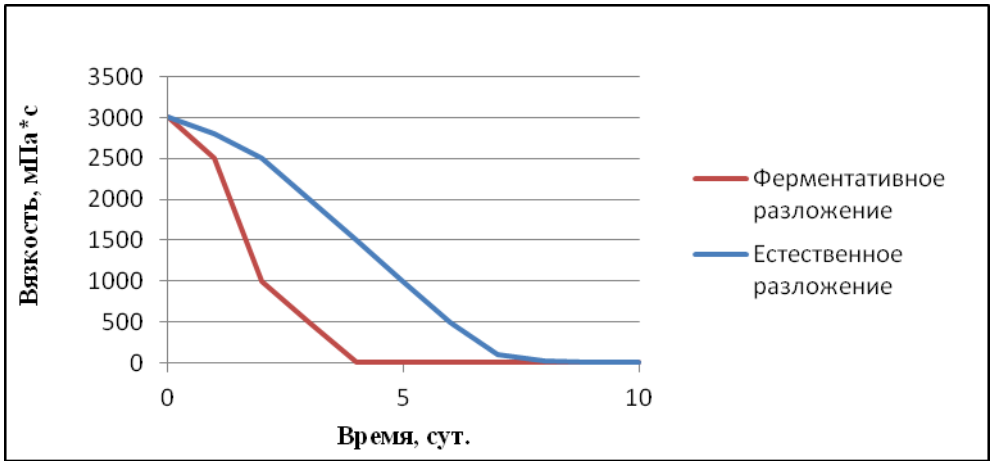


Рисунок 1. Изменение вязкости раствора гуаровой камеди с течением времени

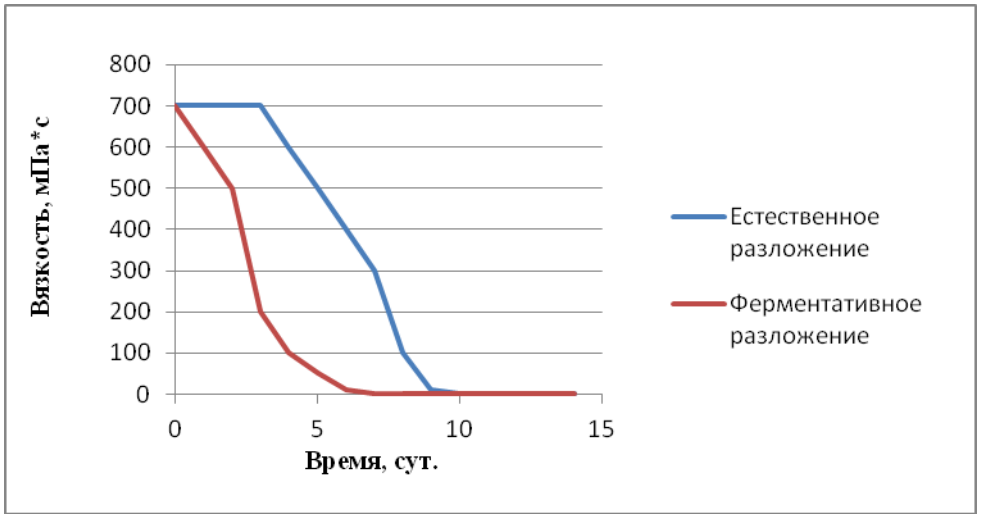


Рисунок 2. Изменение вязкости раствора КМЦ с течением времени

Добавление пивной дробины не повлияло на скорость деструкции ксантана.

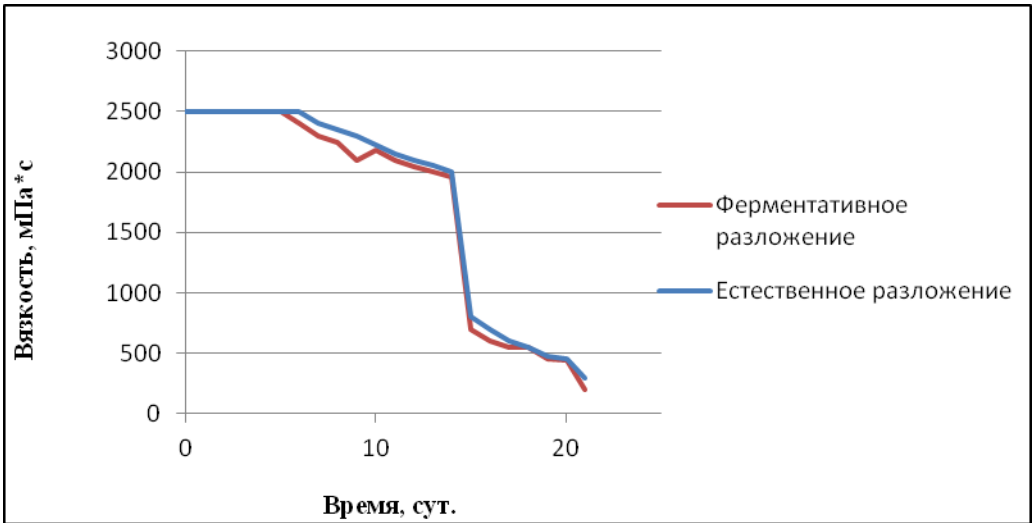


Рисунок 3. Изменение вязкости раствора ксантана с течением времени

Проводилась оценка влияния pH среды на процесс разложения растворов полимеров. При использовании КМЦ эффективность снижения вязкости при естественном разложении сильнее проявляет себя в кислой среде. При разложении с помощью пивной дробины эффективность достигает еще большего значения в кислой среде (рис. 4, 5).

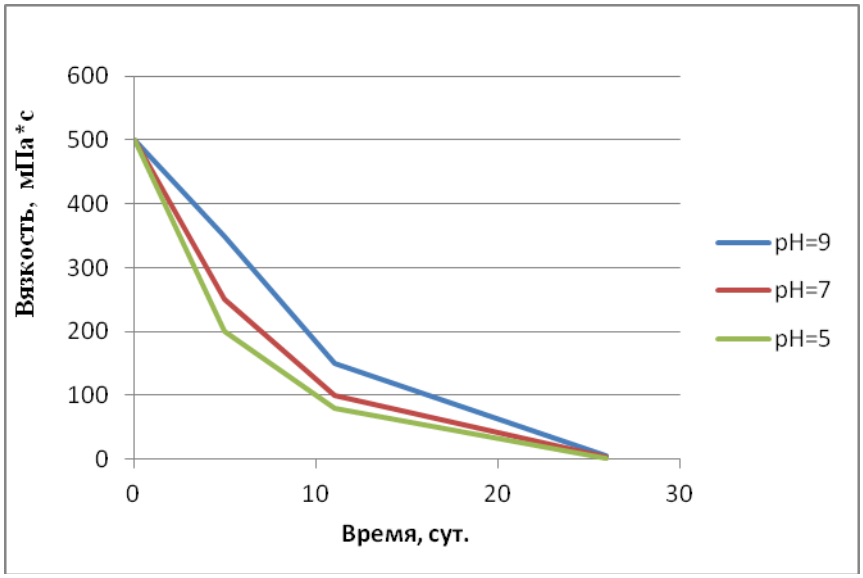


Рисунок 4. Изменение вязкости при разных уровнях pH при естественном разложении

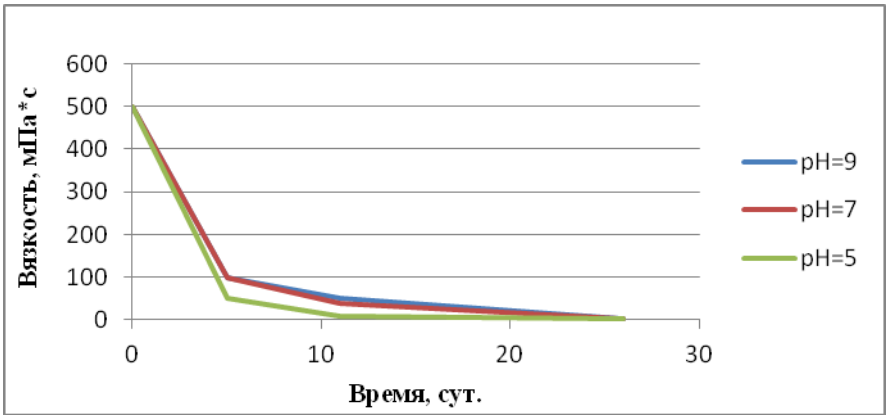


Рисунок 5. Изменение вязкости при разных уровнях pH при ферментативном разложении

Снижение вязкости растворов гуаровой камеди и при естественном и при ферментативном процессе менее эффективно протекает в кислой среде. Естественное разложение и ферментативная деструкция мало зависят от повышения щёлочности (рис. 6,7).

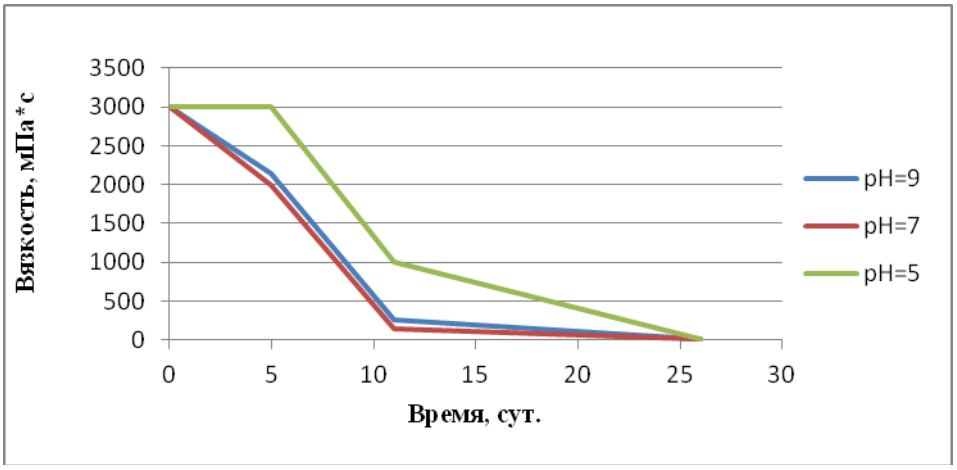


Рисунок 6. Изменение вязкости при разных уровнях pH при естественном разложении

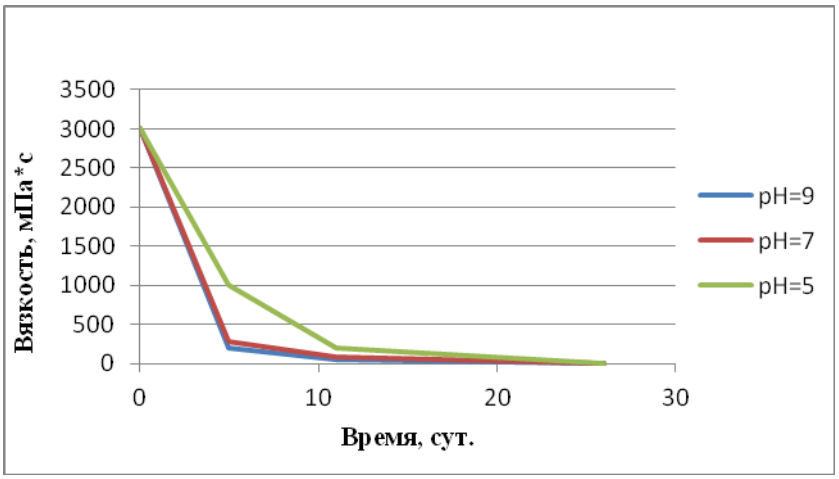


Рисунок 7. Изменение вязкости при разных уровнях pH при ферментативном разложении

Вторым показателем эффективности разложения отработанных буровых растворов была использована скорость осаждения минеральной части.

Основную массу минеральной части ОБР составляют частицы размером менее 0,25 мм. Они легче других и достаточно жестко включаются в полимерную структуру.

Скорость осаждения частиц определялась по уравнению Стокса.

При добавлении пивной дробины предполагается меньшее время осаждения минеральной части ОБР в связи с увеличением скорости деградации молекул полимеров.

В целях имитации воздействия пивной дробины без влияния вносимых крупных органических частиц, в вязкий раствор полимеров добавлялся уже готовый фермент.

Растворы КМЦ и гуаровой камеди в течение нескольких минут после добавление фермента становились маловязкими. Реакция протекала с большой скоростью. Время индукции практически отсутствовало.

Ферменты, выделяемые микроорганизмами пивной дробины, оказались неспособными разорвать прочную сетку раствора ксантана, как неспособен и готовый ферменный препарат.

Дальнейшие исследования влияния ферментов на обезвоживание отработанного бурового раствора позволит выработать механизм обращения с отходами бурения, основанный на биоразложении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В. Основы экологии в технических вузах. Учебное пособие. Тольятти, 2000.

2. Васильев А.В., Нустрова Е.А. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО "Тольяттисинтез"). Экология и промышленность России. 2013. № 7. С. 42-45.

3. Васильев А.В., Мельникова Д.А., Дегтерева М.С. Особенности организации системы обращения с отходами в условиях Самарской области. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-1.С. 313-316.

4. Васильев А.В., Тупицына О.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5. С. 308-313.

5. Васильев А.В., Чертес К.Л., Тупицына О.В. Классификация и оценка показателей состояния буровых шламов. В книге: XIV Всероссийская конференция-школа "Химия и инженерная экология". Сборник докладов. 2014. С. 61-63.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INCREASE OF ECOLOGICAL SAFETY IN THE IMPLEMENTATION OF SYSTEMS FOR TREATING INDUSTRIAL-STORMWATER ENTERPRISE RUBBER-TECHNICAL PRODUCTS

S. A. Maltseva, A. A. Kulakov, N. V. Kremleva,
Kazan National Research Technical University named after AN Tupolev-KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russia

For cleaning of industrial-stormwater enterprise of rubber products, we used a comprehensive cleansing in the composition of the sand trap with a circular motion workflow, horizontal separator, electroplater, sand filter, ion exchange filter. This production line allows us to separate as an oil, and dissolved substances.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ РЕЗИНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

С.А. Мальцева, А.А. Кулаков, Н.В. Кремлева
Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ), г. Казань, Россия

Для очистки производственно-ливневых стоков предприятия резино-технических изделий мы применили комплексную очистку в составе песколовки с круговым движением рабочего потока, горизонтальной нефтеловушки, электрофлотатора, песчаного фильтра, ионообменного фильтра. Такой состав технологический линии позволяет отделять как нефтепродукты, так и растворенные вещества.

Из анализа деятельности предприятия следует, что источником производственно - ливневых сточных вод является отработанная вода на охлаждение оборудования в производственных цехах, атмосферные осадки (ливневые и талые воды), хозяйственно-бытовые сточные воды. В состав сточных вод входят нефтепродукты, СПАВ, сульфаты, ионы тяжелых металлов. Концентрация загрязняющих веществ превышает ПДК по отдельным компонентам от 2 до 10 раз.

Предлагаемая технологическая схема очистки производственно-ливневых сточных вод предприятия РТИ включает решетку, песколовку с круговым движением рабочего потока, горизонтальную нефтеловушку, электрофлотатор, фильтр песчаный, ионообменный фильтр (рис.1) и

позволяет решать проблемы очистки сточных вод и является ступенью к обеспечению замкнутого цикла оборудования. Песколовки с круговым движением нашли широкое применение на предприятиях нефтепереработки [1-2], так как они совмещают в себе функции песколовки и нефтеловушки, поэтому и выбран этот тип.

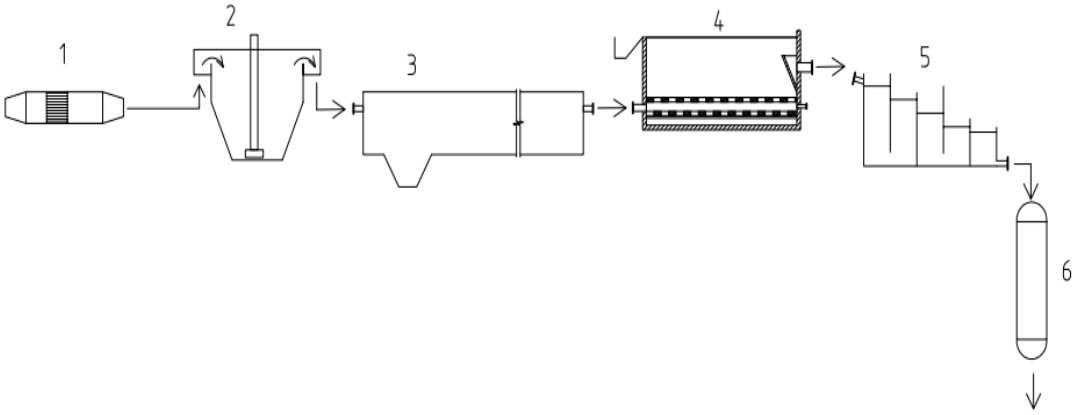


Рисунок 1 — Технологическая схема очистки производственных и ливневых стоков предприятия резинотехнических изделий:

1 – решетка, 2 – песколовка с круговым движением рабочего потока, 3 – горизонтальная нефтеловушка, 4– электрофлотатор, 5 – фильтр песчаный, 6 – ионообменный фильтр.

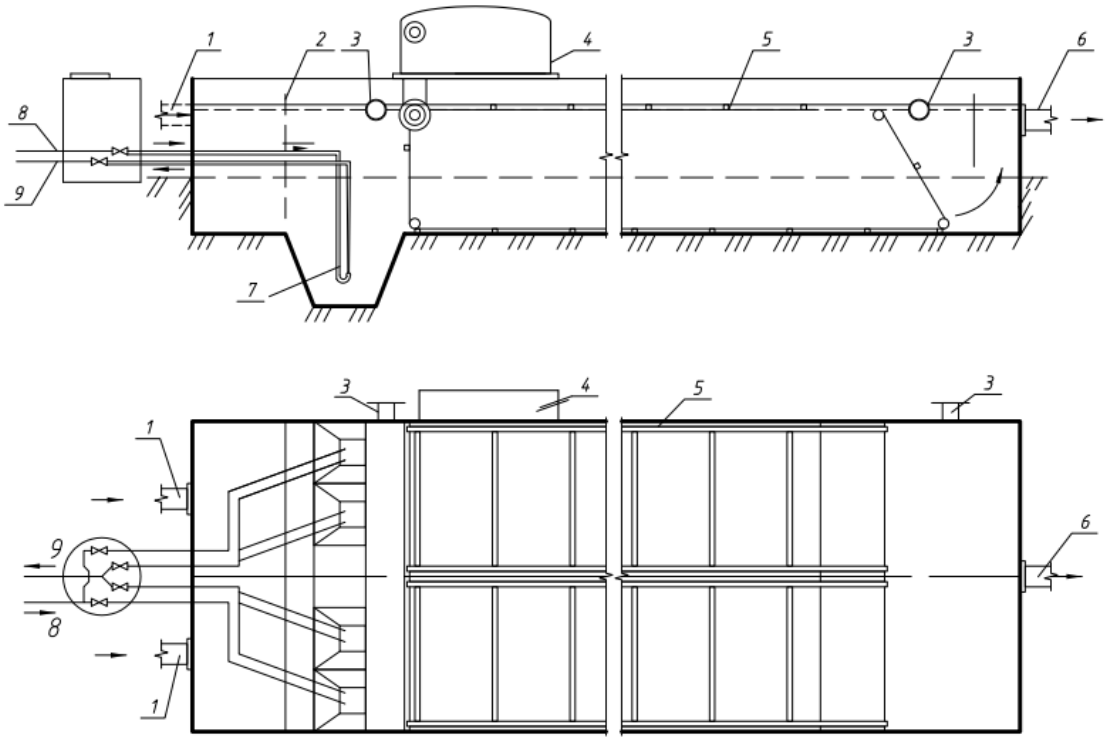


Рисунок 2 — Горизонтальная нефтеловушка:

1 - подводящая труба; 2 - щелевая распределительная перегородка; 3-нефтесборная труба; 4-механизм передвижения скребков; 5-скребковый

транспортер; 6-трубопровод отвода осветленной воды; 7-гидроэлеватор; 8-подача воды к гидроэлеватору; 9-отвод осадка.

Горизонтальная нефтеловушка (рис.2) представляет собой отстойник, разделенный продольными стенками на параллельные секции. Сточная вода из отдельно расположенной распределительной камеры поступает по самостоятельным трубопроводам через щелевую перегородку в каждую секцию. Освобожденная от нефти вода в конце секции проходит под затопленной стенкой и через водослив переливается в отводящий трубопровод. Всплывшая нефть сгоняется скребковым механизмом к щелевым поворотным трубам и выводится по ним из секции. Осадок, выпадающий на дно, тем же транспортером сгребается к приямку, откуда его гидроэлеваторами периодически удаляют по илопроводу.

Дальнейшую очистку сточной воды проводиться с помощью электрофлотации. Электрофлотатор (рис.3) представляет собой корпус с патрубками подвода сточной воды, отвода очищенной воды и лотком для приема шлама, с размещенными в его нижней части горизонтальными сетчатыми электродами, содержит барботажную перегородку, расположенную ниже горизонтальных сетчатых электродов, образуя барботажную камеру, В корпусе перед патрубком подвода сточной воды по всей ширине корпуса предложен отражатель 6. Технический результат заключается в повышении эффективности процесса очистки: повышении качества очистки за счет регулирования процесса флотации в зависимости от исходной концентрации загрязнителя, исключения осаждения твердых частиц на дно корпуса электрофлотатора и на электроды, обеспечении взрывобезопасности.

Сточная вода поступает в патрубок, в корпусе находятся электроды, на аноде выделяется кислород, на катоде восстанавливается водород. Для понижения взрывоопасности в систему подается ингибитор. Образующаяся пена поднимается на поверхность раствора, эта пена скребком собирается в лоток. Очищенная вода выводится из патрубка.

Таким образом, предложенный электрофлотатор обеспечивает повышение эффективности процесса очистки: повышение качества очистки за счет регулирования процесса флотации в зависимости от исходной концентрации загрязнителя и исключения осаждения твердых частиц на дно корпуса электрофлотатора и электроды, обеспечение взрывобезопасности

Для доочистки воды от взвешенных частиц после электрофлотатора предложен песчаный фильтр, затем вода направляется на ионообменный фильтр для очистки от ионов металлов.

Реконструкция системы очистки сточных вод на предприятии резино-технических изделий требует капитальных (6400000 руб.) и эксплуатационных (13850000руб.) затрат. Данная технология позволяет минимизировать платежи за сбросы загрязняющих веществ в размере 6385,7931 руб., предотвратить ущерб окружающей среде в размере 1284758,096 руб. Срок окупаемости - 1 год и 3 месяца.

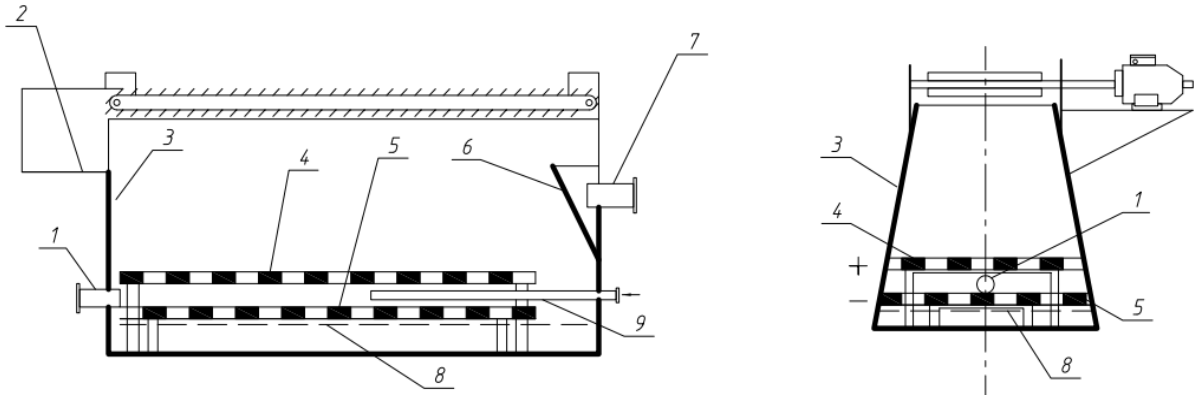


Рисунок 3 – Электрофлотатор:
1 – патрубок подвода сточной воды; 2 - лоток для приема шлама (пены); 3 - корпус; 4 - горизонтальный сетчатый анод; 5 - горизонтальный сетчатый катод; 6 - отражатель; 7 – патрубок отвода очищенной воды; 8 - барботажная перегородка; 9 - штуцер для подвода ингибитора.

Внедрение устройства позволяет повысить уровень промышленной и экологической безопасности [3-5], улучшить условия труда (класс условий труда допустимый, второй степени) за счет улучшения микроклимата воздуха рабочей зоны за счет установки приточно-вытяжной вентиляции, применения системы искусственного освещения, отвечающая требованиям СНиП 23-05-95. Для освещения помещения площадью 60 м^2 необходимо 12 люминесцентных ламп ЛД 80 со световым потоком 3729 лм. Уровень шума в помещении, создаваемого установкой, составляет 78 дБА не превышает 80 дБА, что соответствует нормам. Класс условий труда допустимый. Помещение по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Б (взрывопожароопасная). Данная система очистки рекомендуется для модернизации действующих очистных сооружений производственно-ливневых сточных вод предприятия резинотехнических изделий с целью минимизации сбросов и решения проблемы оборотного водоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.Х. Мингазетдинов И.Х., А.Н. Глебов, А.А. Кулаков, Ю.В. Шевелева Устройство очистки сточных вод от масел, нефти и нефтепродуктов // Патент на полезную модель RUS 71113 03.09.2007.
2. И.Х. Мингазетдинов, А.Р. Сагитова Электрофлотатор // Патент на полезную модель RUS 84835 11.01.2009.
3. Кирсанов В. В. Промышленная безопасность и экология нефтехимических производств. Казань. Экоцентр, 2006. 176 с.
4. Кирсанов В. В. Промышленная и экологическая безопасность: практикум. Казань: Изд-во казан. гос. техн. ун-та, 2012. 211 с.
5. Кирсанов В. В., Смолко А. А. Инженерная экология: Учебное пособие. Казань; Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. 247 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

DEVELOPMENT OF SYSTEM OF FILTRATION AND ADAPTIVE CONTROL OF AIR QUALITY IN ENCLOSED SPACES

P.A. Melnikov, D.S. Kadochkin, A.N. Popov
Togliatti State University, Togliatti, Russia

In most cases, the indoor air is present continuously over four hundred chemical substances belonging to different classes of chemical compounds that can engage with each other in various chemical reactions. In this paper we propose a new functional block diagram of air purification to the required dimensions, capacity and efficiency of the filtration system.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ И АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОЗДУХА В ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

П.А. Мельников, Д.С. Кадочкин, А.Н. Попов
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

В большинстве случаев в воздухе жилых помещений постоянно присутствует более четырех сотен химических веществ, относящихся к различным классам химических соединений, которые могут вступать между собой в различные химические реакции. В настоящей работе предложена новая функциональная схема очистки воздуха с учетом требуемых габаритных размеров, пропускной способности и эффективности системы фильтрации.

Жизнедеятельность человека происходит в ограниченном объеме помещения. Совокупность таких помещений называется зданием. В процессе жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует с окружающей его средой помещения. Такая среда проявляется в многочисленных факторах воздействия на человека и называется микроклиматом помещения.

Актуальность проблемы качества воздушной среды жилых помещений в условиях все возрастающей антропогенной нагрузки, увеличения количественной и качественной составляющих как внешних, так и внутренних источников загрязнения подтверждается целым рядом исследований, посвященных данной теме [2]. Стоит отметить, что подавляющее их большинство проведено в XXI веке, из чего можно сделать вывод, что внимание исследователей к данной проблеме обращено лишь недавно и что она продолжает набирать темпы своего развития.

В воздухе жилых помещений обнаружено более 400 химических веществ, которые относятся к различным классам химических соединений. В

большинстве случаев в воздушной среде жилых помещений постоянно находятся бытовая пыль, оксиды углерода, азота и серы, озон, радон, компоненты табачного дыма, десятки различных летучих органических соединений, микроорганизмы. В результате различных химических реакций, которые происходят в воздухе помещений, эти загрязняющие вещества могут трансформироваться в более токсичные [3].

Путем сравнительной количественной оценки степени химического загрязнения наружного воздуха и воздуха внутри помещений жилых и общественных зданий выявлено, что загрязнение воздушной среды зданий, как правило, превышает уровень загрязнения наружного воздуха в 2-5 раз [4]. Степень превышения зависит от уровня загрязнения последнего и качественных и количественных параметров внутренних источников загрязнения.

На Западе учеными выявлен «синдром больного здания» (Sick Building Syndrome, SBS), который официально зарегистрирован ВОЗ. Он представляет собой комплекс неспецифических симптомов, вызываемых неудовлетворительным качеством воздуха помещений. Главными признаками этого синдрома являются болезненное состояние (недомогание, головная боль, головокружение, рассеянность, хроническая усталость, раздражение и сухость глаз, слизистых оболочек дыхательных путей, частые простудные заболевания) в условиях дефицита эффективной вентиляции и наличии пыли в помещении, повышенной влажности [5].

Качество воздушной среды закрытых помещений по химическому составу в большой степени определяется качеством окружающего атмосферного воздуха. Вещества, которые присутствуют в наружном воздухе, находят в помещениях, притом даже в тех, в которые поступает воздух, прошедший через системы кондиционирования. Это объясняется тем, что токсичные вещества, содержащиеся в атмосферном воздухе, мигрируют во внутреннюю среду помещений посредством их естественной и искусственной вентиляции.

В работе [6] выделены следующие основные загрязнители воздуха внутри зданий и помещений, связанные с деятельностью человека:

- сероводород и аммиак (а также некоторые меркаптаны, дисульфиды и амины) при пользовании туалетами и бытовыми холодильниками;
- аэрозоли масел и продукты их неполного сгорания при приготовлении пищи;
- формальдегид и другие летучие вещества, выделяемые из мебели на основе клеевой ДСП (ДВП), строительно-отделочных пластиков и красок;
- хлор и хлорпроизводные при дегазации холодной водопроводной воды при её смешивании с горячей в душевых кабинах и ванных; возможно также выделение газообразного сероводорода при использовании горячей воды сетей ГВС недостаточного качества;
- озон при работе современных копировальных аппаратах в офисах;
- газообразные продукты жизнедеятельности человека и домашних животных;

- избыток влаги и углекислого газа при нахождении значительного числа людей в здании или помещении.

Таким образом, основные источники загрязнения воздушной среды помещения условно можно разделить на четыре группы, что схематично представлено на рисунке 1.

Чаще всего в современных устройствах очистки воздуха используется несколько типов фильтров, чтобы достичь очистки воздуха как от можно большего числа загрязнителей. С учетом достижения условия компактности габаритных размеров предлагается следующая система фильтрации воздуха (см. рисунок 2).

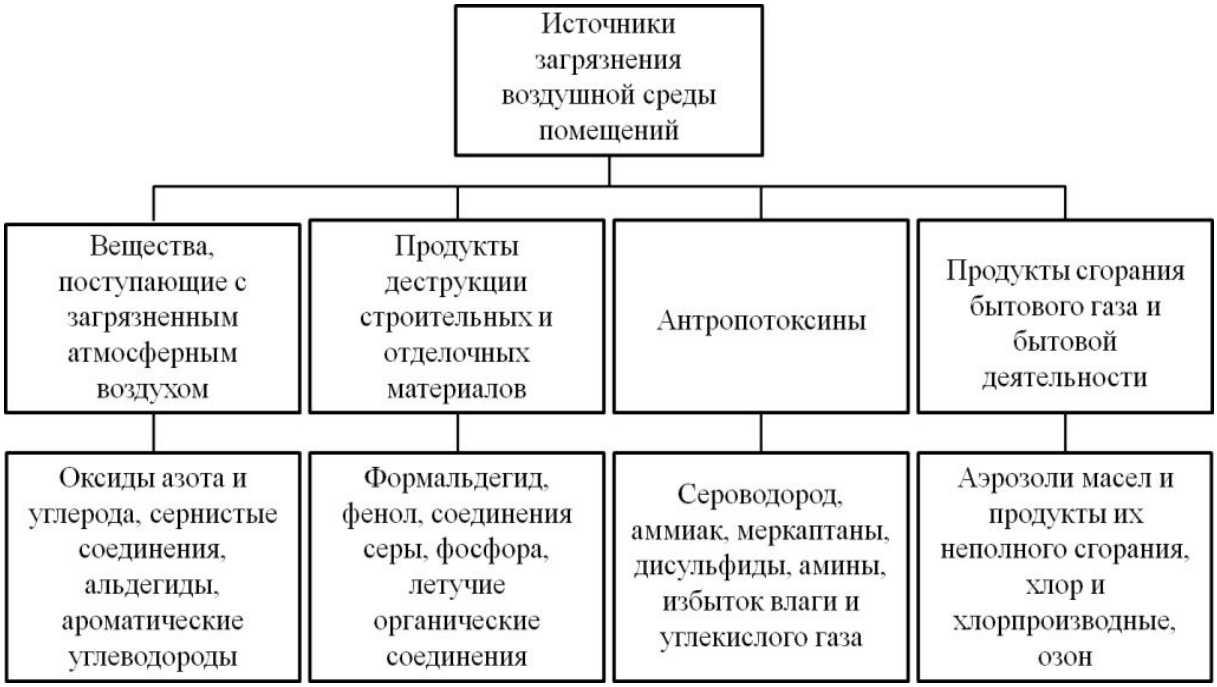


Рисунок 1 – Источники загрязнения воздушной среды помещений

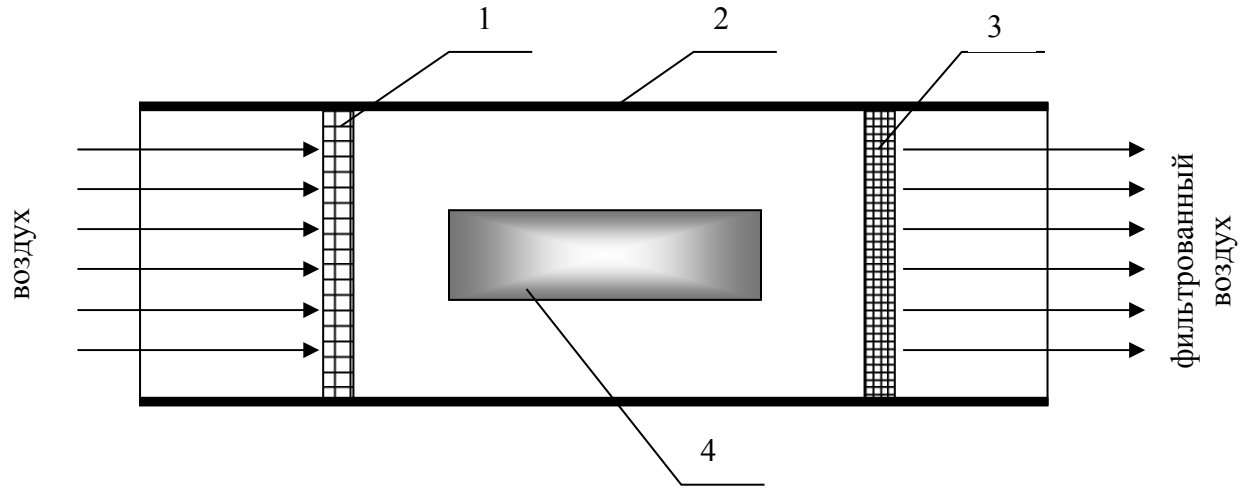


Рисунок 2 – Система фильтрации воздуха: 1 – фильтр грубой очистки; 2 – воздуховод; 3 – фильтр глубокой очистки; 4 – ультрафиолетовая лампа

Поток воздуха в воздуховоде проходит через фильтр грубой очистки. Далее поток воздуха попадает в пространство между двумя фильтрами грубой и глубокой очистки, в котором находится ультрафиолетовая лампа. Она обеззараживает не только проходящий поток воздуха, но и стенки воздуховода и фильтров. Для этих целей в настоящее время используются современные ультрафиолетовые лампы, которые излучают короткий ультрафиолет. Использование таких ламп позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия по содержанию и устройству помещений, обеспечивает снижение уровня распространения заболеваний инфекционного характера. Полученное техническое решение является закрытым облучателем, где бактерицидный поток не выходит за пределы корпуса системы фильтрации, поэтому возможно её применение в помещении при наличии людей. Далее поток воздуха проходит через фильтр глубокой очистки. После прохождения системы фильтрации очищенный воздух попадает в помещение.

В её состав входит бактерицидная лампа Philips TUV PL-S 5W/2P 1CT (рисунок 3,а). Она является компактной одноцокольной ртутной газоразрядной лампой низкого давления. Данная лампа производит коротковолновое ультрафиолетовое излучения с пиковым значением на длине волны 253,7 нм, что оказывает бактерицидное действие. Стекло лампы отфильтровывает озонообразующую спектральную линию с длиной волны 185 нм. Лампа характеризуется достаточно широкой областью применения:

- уничтожение или подавление активности бактерий, вирусов и других микроорганизмов;
- дезинфекция воздуха, воды и поверхностей в больницах, применение в фармацевтике, пищевой промышленности, бактериологические исследования;
- дезинфекция питьевой и сточной воды, систем кондиционирования воздуха, холодильных камер и т.д.

Поток воздуха внутри системы фильтрации создается с помощью вентилятора Sunon PMD1206PMB1A постоянного тока (рисунок 3,б).

Поток воздуха в воздуховоде проходит через фильтр грубой очистки ФВР-100-2-40-5-G2 (рисунок 3,в). Выбор данного материала обусловлен тем, что он изготовлен методом термоскрепления синтетических волокон при температуре более 100 ºС, что позволяет избежать крошения материала, являющегося причиной появления осколков синтетических волокон.

Затем поток воздуха проходит через фильтр глубокой очистки. В качестве фильтра используется EPA фильтр AAF типа AstroCel II (рисунок 3,г).

С помощью данной модели системы очистки воздуха был проведен эксперимент отображающий зависимость степени загрязнения фильтра от времени его эксплуатации. Для этого через равные промежутки времени эксплуатации системы производилось определение массы загрязненного фильтра. Результаты эксперимента представлены на рисунке 4.

а)

б)

в)

г)

Рисунок 3 – Элементы системы фильтрации

Полученная нелинейная зависимость объясняется тем, что по мере накопления аэродисперсных примесей в фильтрующем материале уменьшается его пропускная способность, что повышает степень удержания частиц из проходящего через него воздуха. Вместе с этим возрастает нагрузка на двигатель вентилятора.

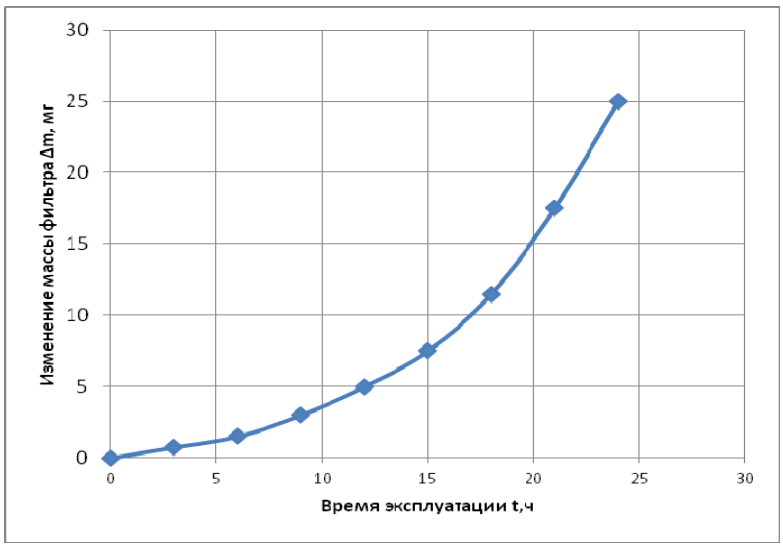


Рисунок 4 – Зависимость степени загрязнения фильтра от времени эксплуатации

В работе [10] приведена зависимость изменения силы тока двигателя постоянного тока от нагрузки, создаваемой на нем. Результаты исследования приведены на рисунке 5.

Как видно из рисунка, график изменения силы тока на двигателе коррелирует с полученными данными по степени загрязнения фильтрующего материала. Таким образом, отслеживать степень загрязнения фильтра можно путем измерения изменения силы тока на двигателе вентилятора под действием возрастающей на него нагрузки. Это также дает возможность косвенно оценить степень загрязненности воздушной среды помещения.

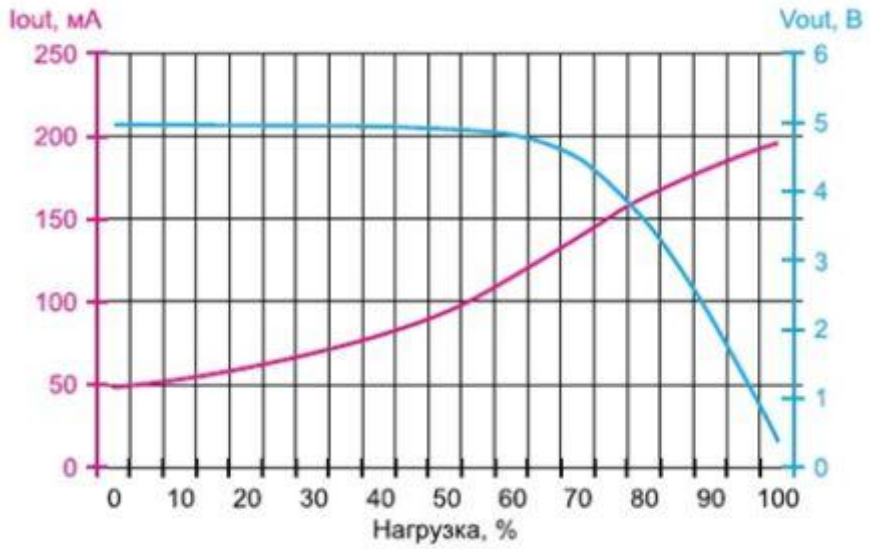


Рисунок 5 – График зависимости выходного тока и напряжения от нагрузки

С учетом этого предлагается следующая система адаптивного управления системой очистки воздуха (см. рисунок 6). Составными элементами этой системы являются вентилятор, амперметр, определяющий значение силы тока на двигателе вентилятора, блок управления и элемент сигнализации о необходимости замены фильтра в связи с выработкой его ресурса.

Данные с амперметра поступают в блок управления. По мере загрязнения фильтра падает пропускная способность системы очистки, поэтому для её поддержания на необходимом уровне требуется увеличение мощности путем повышения силы тока, подаваемого на вентилятор, что осуществляется командой с блока управления. В связи с существованием порога, после которого проводить данную операцию экономически нецелесообразно, а затем и технически невозможно, в системе предусмотрен элемент сигнализации о необходимости замены фильтра. Как правило, фильтр подлежит замене, когда эффективность очистки падает в два раза.

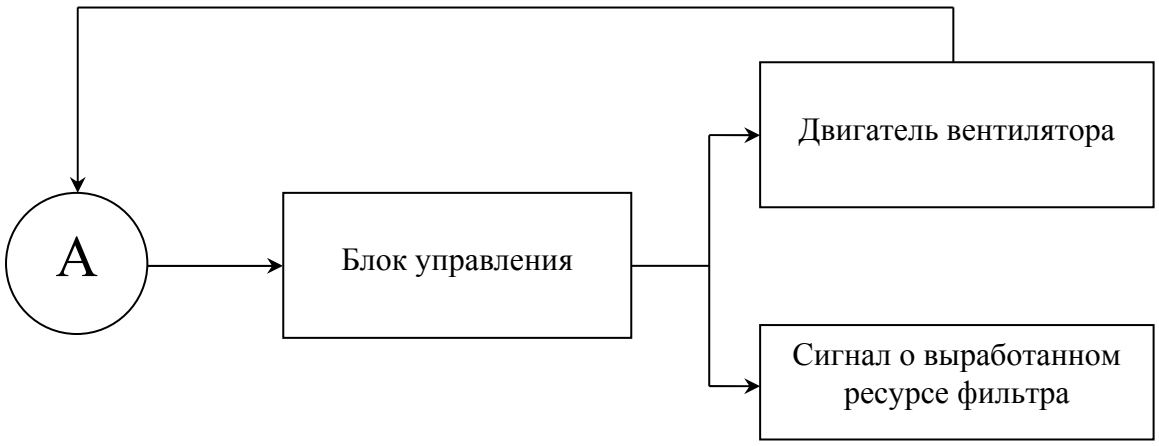


Рисунок 6 – Функциональная схема системы адаптивного управления

Предложенная конструкция многоступенчатой системы отчистки воздуха при малых габаритах обеспечивает эффективную очистку воздуха в жилых помещениях и может быть использованы как встраиваемый модуль в бытовую технику и мебель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кувшинов Ю. Я. Теоретические основы обеспечения микроклимата помещения / Ю. Я. Кувшинов . – 2-е изд., доп. и перераб . – М. : Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2007 . – 184 с. - ISBN 978-5-930933-16-2.

2. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие / А.В. Васильев – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. – 201 с., ил.

3. Перикова Е.С., Карташова А.А., Новиков В.Ф., Танеева А.В. Проблемы экологической безопасности жилых и производственных помещений // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 1 (13). С. 363-367.

4. Губернский Ю.Д., Лицкевич В.К. Жилище для человека. – М.: Стройиздат, 1991. – 227 с.: ил. – ISBN 5-274-00680-9.

5. Воронин В.А. Главный жизненный ресурс: воздушная среда помещений. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2004. – 128 с.

9. Ватин Н.И., Чечевичкин В.Н., Чечевичкин А.В. Особенности сорбционно-каталитической очистки воздуха в помещениях обитания человека в условиях крупных городов // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №1(19). – С. 24-27.

10. Рентюк В. Управление двигателем постоянного тока // Компоненты и технологии. 2014. № 10 (159). С. 110-114.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE IN SYSTEM TECHNICAL COLLEGE – TECHNICAL UNIVERSITY

G. B. Muravyov
Kazan National Research Technical University named after AN Tupolev-KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russia

In article it is defined ecological culture of students of technical specialities. The component structure of ecological culture of students of a technical college and technical college is certain. Optimum ways of formation of ecological culture to system « technical university - technical college » are certain.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ - ТЕХНИЧЕСКИЙ ВУЗ

Г.Б. Муравьёв
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

В статье дано определение экологической культуры студентов технических специальностей. Определён компонентный состав экологической культуры студентов технического вуза и технического колледжа. Определены оптимальные пути формирования экологической культуры в системе «технический университет – технический колледж».

Согласно экологической доктрине Российской Федерации, основной задачей в областях экологического образования и просвещения является повышение экологической культуры населения, образовательного уровня и профессиональных навыков и знаний в области экологии.

Сейчас уже стало ясно, что экологическая культура – это не дополнительный аспект в общечеловеческой культуре, а новое её качество, требующее целостного осмысления взаимоотношений человечества с окружающей средой на основе их практического, интеллектуального и духовного постижения [1, 4]. Следовательно, развитие экологической культуры напрямую связано с профессиональным экологическим образованием, воспитанием и информированием. Доминирующий ранее подход к экологическому образованию в технических вузах, при котором декларировалось, что главная задача инженера в области охраны

окружающей среды – это непревышение существующих нормативов, сейчас рассматривается не только, как устаревший, но не гуманный.

На современном этапе, экологическая культура студентов технического вуза уточняет общее определение «экологическая культура личности» и подразумевает наличие специальных знаний по инженерным специальностям, позволяющих создавать экологически-ориентированные технологии для максимальной гармонизации техносферы с биосферой.

Как ядро экологической культуры студентов инженерно-технических специальностей можно рассматривать экологическое мировоззрение – систему взглядов на объективный мир, основанную на целостном представлении об этом мире. Его основу составляет экоцентрический подход к миру, оно включает в себя убеждения и принципы, способы познания и деятельности, нормы и требования экологического и нравственного императива, ответственность будущего инженера за сохранение равновесия между биосферой и техносферой.

Эта позиция даёт возможность рассмотреть становление экологической культуры будущих инженеров совместно с развитием всех сфер психики человека: эмоционально-ценностной, интелектуально-познавательной и волевой. На основании этого в структуре экологической культуры студентов инженерно-технических специальностей можно выделить четыре когерентных компонента*:*

- когнитивный;
- эмоциональный;
- ценностно-смысловой;
- деятельностный.

Первый, *когнитивный компонент*, представляет собой познавательную и информационную функции экологической культуры студентов инженерно-технических специальностей. Он включает в себя систему общих и специальных инженерных знаний, на основе которых строится целостная картина мира как результат взаимодействия биосферы и техносферы, характер практической деятельности инженеров в техносфере, готовность и стремление получать, искать, перерабатывать информацию по уменьшению негативного воздействия техносферы и творчески использовать её в своей практической инженерной деятельности. Однако, к для когнитивных процессов экологического сознания характерным является наличие контроля над действиями и их результатами, а также коррекция дальнейших шагов и изменение исходной оценки ситуации по данным этого контроля. В этом случае, система знаний, входящих в когнитивный компонент студентов инженерно-технических специальностей, должна обеспечивать:

- понимание единства мира и способов взаимосуществования биосферы и техносферы;
- понимание самоценности природы и человека как части природы;
- становление экологического мировоззрения студентов инженерно-технических специальностей;

- постижение единых механизмов самоорганизации и развития всех подсистем биосферы и техносферы, их взаимосвязи;
- развитие умений и навыков практической инженерной деятельности с точки зрения экологического императива;
- формирование ценностно-смысловых ориентаций и морально-нравственных установок у студентов инженерно-технических специальностей с экоцентрических позиций;

Выделяя когнитивный компонент, мы исходили из важности экологических знаний для студентов инженерно-технических специальностей в их будущей профессиональной деятельности, которая играет огромную роль в формировании техносферы и как следствие этого несёт в себе негативные факторы для существования биосферы. Важно отметить, что на современном этапе развития, экология является комплексной дисциплиной, которая рассматривает не только различные отношения между живыми организмами и окружающей природной средой, но результаты техногенной нагрузки на окружающую среду и её ответную реакцию на эти нагрузки.

Когнитивный компонент у студентов инженерно-технических специальностей реализуется в таких качествах, как осознанность, глубина и широта общих и специальных технических знаний, функциональная грамотность, профессиональная инженерная компетентность, познавательная активность и т.д. Кроме этого, он включает в себя определённую методологию познания, особый стиль инженерного мышления, называемым экологическим, определяющий готовность и стремление получать, искать, перерабатывать информацию по своей профессиональной деятельности и творчески использовать её на практике при решении профессиональных задач в контексте ненарушения окружающей среды. Определение «экологическое мышление студентов инженерно-технических специальностей » отражает специфику объекта познания (экологические системы природного и техногенного характера, экологические проблемы и ситуации в техносфере) и направленность мыслительных операций (анализ, сравнение, обобщение, синтез, абстрагирование, моделирование, прогнозирование) на разрешение эколого-техногенных ситуаций, возникающих в результате действий человека в техносфере.

Следовательно, наряду с такими качествами, как самостоятельность, широта, системность, глубина, доказательность, гибкость, продуктивность, быстрота и критичность ума, экологическое мышление отличают стохастичность и вероятностность, альтернативность и прогностичность. Для студентов инженерно-технических специальностей все эти качества особенно актуальны, так как, в большинстве случаев, будущие инженеры обладают математическим складом ума и в процессе изучения в техническом вузе базовых дисциплин эти качества получают усиленное развитие. Экологическое мышление проявляет себя в умении выстраивать воображаемую (теоретическую) идеальную экологически сообразную деятельность и реализовывать её на практике. В связи с этим, особую роль

призваны играть электронные учебники, тренажёры, где можно учиться моделировать экологическую ситуацию и её развитие.

Следующим компонентом экологической культуры студентов инженерно-технических специальностей является *ценностно-смысловой*, который отражает нормативную (регулятивную) и гуманистическую функции и включает ценности и идеалы, в основе которых лежит экоцентрическая позиция, социальные нормы и правила, регулирующие повседневную жизнь и профессиональную деятельность инженерно-технических работников.

Осознание самоценности окружающей природной среды, человека как компонента этой среды, экологический императив как личностно-значимая система требований, норм и правил профессиональной деятельности в техносфере, готовность их исполнять и исполнение в процессе профессиональной деятельности – важнейшие показатели экологической культуры студентов инженерно-технических специальностей. Этот компонент реализуется в таких качествах будущих инженеров, как ответственность за свои профессиональные действия, убеждённость в необходимости грамотного с точки зрения экологического императива проведения работ в техносфере, бережливость, экономность и другие.

Важнейшим компонентом экологической культуры студентов инженерно-технических специальностей является *деятельностный компонент*. Он характеризует готовность будущих инженеров к профессиональной деятельности сообразно экологическому императиву с использованием специальных экологических и инженерных знаний в конкретных условиях производства. Здесь уместно привести мнение Н.Н. Моисеева, что «…дело не только в знаниях основной дефицит сегодня – это не дефицит знаний, а дефицит мудрости. Именно в нём ключ глобальных решений, а не в глобальных моделях. … Это поле деятельности совсем другой подсистемы, той, которую … принято называть культурой. Именно она задаёт человеку внешние критерии отбора даже в тех случаях, когда это не вполне осознаётся разумом ».

Таким образом, развитие экологической культуры студентов инженерно-технических специальностей происходит в процессе взаимодействия деятельностной, когнитивной, эмоционально-чувственной и волевой сфер психики, связано с их внутренней перестройкой и развитием личности.

В этом случае можно предположить, что характер деятельности определяют потребности, мотивы и отношения. В их формировании в равной степени участвуют и чувства и знания. Познавательный интерес изначально возникает на базе эмоционально-чуственного отношения, на фоне которого и зарождается психологическая готовность к экологически сообразной деятельности, основой которой являются знания. Они помогают действовать и поступать так, как это необходимо с точки зрения законов природы, исходя из научных представлений, а не так как это представляется с точки зрения производственной необходимости. Но знания, чтобы стать основой производственной и повседневной деятельности, должны осознаваться [2]. Это осознание происходит в процессе их эмоционального «переживания» и

обеспечивает их личную значимость, осмысление и формирует отношение будущих инженеров к миру природы, обществу, людям, к самому себе. Именно в процессе чувственного восприятия объекта или явления происходит превращение знаний в убеждения, осуществляется их интериоризация, переход от знания к сознанию, от сознания к практической деятельности. Поэтому в содержании образования будущих инженеров так важны условия для развития положительных эмоций в процессе производственной деятельности, позитивного отношения к окружающему миру, чувство восприятия окружающей среды, как живого организма.

По мнению А.А. Кирсанова, «профессиональная культура любого специалиста в наши дни становится мерилом его профессионализма как одна из ёмких его характеристик. Профессиональная культура, её элементы должны естественно входить сначала в образовательный процесс, а затем в общепрофессиональную деятельность, что будет способствовать перестройке современной промышленности на продукцию, несущую в себе общекультурные ценности. Участвуя в их создании, конструкторы, инженеры будут ориентироваться на совершенный образ конечной цели своей деятельности».

Следовательно, понятие «экологическая культура студентов технического вуза» может рассматриваться с двух позиций:

Первая позиция – это «экологическая культура» как интегративное личностное качество будущего инженера, которое характеризует его поведение и деятельность в социоприродной среде. Оно формирует ценностное отношение и потребностно-мотивационную сферу, являющиеся основой направленности профессиональной деятельности студентов инженерно-технических специальностей.

Со второй позиции, можно определить «экологическую культуру студентов инженерно-технических специальностей» как философскую категорию, которая характеризует специфику отношений будущих инженеров, общества и окружающей природной среды. Она может выражаться через систему таких понятий, как экологическое мышление инженерно-технических работников, их убеждения и принципы, способы познания и деятельности. Определение «экологическая» в данном контексте трактуется как взаимодействие инженерно-технических работников и окружающей природной среды, обеспечивающее их взаимосвязанное устойчивое развитие, в условиях которого профессиональная деятельность и поведение отдельного инженера или технического работника подстраивается к природным процессам и осуществляется в рамках, дозволенных экологическим и нравственными императивами.

Не требует доказательств утверждение, что, чем раньше начать формировать экологическую культуру, тем более качественный специалист выйдет из стен вуза и, в этом случае система «технический колледж - технический вуз», действующая в КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева может оказаться очень действенной при подготовке специалистов с развитым экологическим сознанием [3]. Сравнивая учебные рабочие программы по

дисциплинам экологической направленности для студентов колледжа, которые после его окончания пополняют ряды студентов КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева и программы высшего профессионального образования, мы видим, что программа для колледжа ориентирована на формирование здорового образа жизни, тогда как программа для вуза основной упор делает на воздействие негативных факторов техносферы на человека, среду его обитания и защиту от этих факторов. Следовательно, мы можем активизировать формирование экологической культуры у учащихся колледжа на эмоционально-мотивационном и личностно-ориентированных этапах подготовки. Специалист, ориентированный на здоровый образ жизни, на сохранение своего здоровья и здоровье своих близких будет с большим вниманием относиться к экологической и промышленной безопасности своего производства, понимая, что возникновение неблагоприятных условий жизнедеятельности отрицательно скажется на нём и на его семье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яницкий О.Н. Экологическое движение в России. Критический анализ. М.: Институт социологии РАН, 1996.
2. Романовский, В.Л. Прикладная техносферная рискология. Экологические аспекты: монография / В.Л. Романовский, Е.В. Муравьёва. – Казань: РИЦ «Школа», 2007.
3. Павлов Б.П. Формирование профессиональных компетенций выпускников КГТУ им. А.Н. Туполева в полипрофессиональных учебно-проектных группах с участием предприятий-работодателей: научная публикация. / Б.П. Павлов, Ю.Ф. Гортышов, Г.Ф. Мингалеев и др. – Казань: Изд-во Казан. гос. тех. ун-та, 2008.
4. Accreditation Policy and Procedure Manual. Effective for Evaluation During 2001-2002. Accreditation Cycle. Engineering Accreditation Commission. Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc., 111 Market Place, Suite 1050, Baltimore, MD 21202.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

APPLIED TECHNOSPHERE RISKOLOGY - MIDLLE BINARY DIRECTION IN RISK MANAGEMENT TECHNOSPHERE COMPLEXES

E. V. Muravyova, V. L. Romanovsky
Kazan National Research Technical University named after AN Tupolev-KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russia

In relation to the field of knowledge "Safety in technosphere" it is necessary to form a specialized, clearly defined the field of «Applied technosphere riskology", in order to identify weak spots in existing or planned technical systems for further optimization of security measures and reduce the likelihood of occurrence of emergency situations of natural and technogenic character.

ПРИКЛАДНАЯ ТЕХНОСФЕРНАЯ РИСКОЛОГИЯ - МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РИСК-МЕНЕДЖМЕНТЕ ТЕХНОСФЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Е.В. Муравьёва, В.Л. Романовский
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

Применительно к области знаний «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» необходимо формировать специализированное, четко определяемое направление «Прикладная техносферная рискология», в целях выявления «слабых» мест в существующих или создаваемых техносферных системах для последующей оптимизации мер безопасности и снижения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Паспорт безопасности территории субъекта РФ и муниципального образования разрабатывается на основе показателей степени риска на потенциально опасных объектах, т.е. на основе информации, содержащейся в паспортах безопасности опасных объектов, расположенных на соответствующей территории. Паспорта безопасности территорий предназначены для возможности оценки возникновения ЧС, оценки последствий их для населения, территории, объекта и персонала, а также разработки мероприятий по снижению риска и ослаблению вредных последствий при чрезвычайной ситуации на территории, оценки готовности к ликвидации ЧС и т.д.

В целом, Паспорт безопасности территории (согласно Типового паспорта) представляет из себя собрание воедино паспортов безопасности опасных

объектов, расположенных на соответствующей территории. И лишь фраза в требованиях к структуре расчетно-пояснительной записки, прилагаемой к Паспорту безопасности территории: «результаты оценки риска чрезвычайных ситуаций, включая чрезвычайные ситуации, источниками которых могут явиться аварии или чрезвычайные ситуации на объектах, расположенных на территории, транспортные коммуникации, а также природные явления», говорит о том, что необходимо рассматривать синергизм экологических и техносферных рисков. Отмеченное привело к своеобразному дуализму: с одной стороны, организации предлагают свои услуги по разработке Паспортов безопасности территорий, а с другой – приглашают к сотрудничеству в исследованиях и создании методического аппарата в целях разработки этих паспортов [7,8]. По сути дела, подразумевается: делаем, но надо делать несколько по-иному.

Сегодня, по мнению экспертов Российского научного общества анализа риска, в России не более десятка организаций, способных выполнить разработку паспорта безопасности территории. Основные сложности связаны с анализом риска возможных ЧС и прогнозом ущерба [8]. Непосредственно паспорт - это лишь несколько страниц, но расчётно-пояснительная записка к нему - доскональный многостраничный документ [9].

Судя по всему, разработка паспортов безопасности территорий идет сложно и причин тому, объективных и субъективных, достаточно. Начнем с субъективных – они проще и понятнее. Поинтересуйтесь стоимостью услуг по разработке паспортов безопасности территорий и многое прояснится: и «засекреченность методик», и небольшое число организаций, «способных выполнить разработку паспорта». Последнее, в сочетании с огромным числом потенциальных владельцев Паспортов и необходимостью совершенствования риск-анализа, является уже объективной причиной сложившейся ситуации. Да и сам Типовой паспорт безопасности территории, скорее всего, будет совершенствоваться (к примеру, [10]).

Территория – это не только место функционирования «потенциально опасных объектов», а пространство, где сплетены воедино объекты промышленности, объекты инфраструктуры, сельское хозяйство, транспорт, население, растительный и животный мир, почва, вода, воздух, и многое другое. Территория – это частичка биосферы, куда «вклинилась» техносфера с ее вкраплениями «потенциально опасных объектов». Несомненно, что очевидная опасность исходит от последних. Но опасности могут провоцироваться всеми компонентами сложной системы под названием «территория», могут образовываться сложные взаимодействия причин и последствий возможных чрезвычайных ситуаций с различными конечными итогами, зависящими, к тому же, и от сопутствующих обстоятельств. Поэтому, создавать паспорт безопасности территории лишь на основе паспортов безопасности опасных объектов, расположенных на ней, нельзя. Очевидна необходимость более скурпулезного подхода к рассмотрению вопросов безопасного функционирования таких сложных эколого-техносферных систем, коими территории и являются. Складывающаяся обстановка в связи с

возрастающим количеством ежегодно возникающих чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, увеличением их масштабов требует принятия мер по совершенствованию управления безопасностью.

Техногенные угрозы в настоящее время приобретают комплексный характер. Объект или субъект подвергается воздействию нескольких факторов сразу, что намного опаснее, чем независимое воздействие этих же факторов [11].

К особенностям современных чрезвычайных ситуаций и негативных воздействий относится и то, что последствия реализовавшихся опасностей могут сохраняться длительное время и влиять на несколько поколений людей. Все это приводит к необходимости осмысленного и разумного подхода к анализу комплексных территориальных рисков, характеризующих реальное состояние безопасности населения и окружающей среды в каждом конкретном регионе.

Любой живой организм реагирует на изменение окружающей среды, на внешние воздействия. Ему свойственны обратные связи как отрицательные, так и положительные. Первый тип обратных связей обеспечивает стабильность организма. Положительные обратные связи содействуют поддержанию нужного уровня изменчивости, помогают организму найти новые «локальные экстремумы» своего поведения, новые способы использования внешней энергии и материи [12].

Антропогенное воздействие на биоту имеет важные особенности [13]: нелинейность дозового эффекта различных чуждых веществ или излучений на биологические системы, т. е., как правило, действие малых доз зачастую является несоразмерно сильным; кумулятивный эффект любых долговременных воздействий на природные объекты (организмы, экосистемы и пр.), т. е. существенное увеличение и накопление действия со временем, зачастую приводящее к резким качественным изменениям путем суммирования слабых количественных сдвигов; синергическое (совместное) действие различных факторов среды на живое, которое нередко приводит к неожиданным эффектам, не являющимся суммой ответов на оказанные действия. Действие одного фактора может как усиливать, так и ослаблять либо качественно изменять эффекты воздействий других. В некоторых случаях возможен неожиданный результат; индивидуальные различия живых существ (в том числе и людей) в чувствительности к действию факторов среды и в сопротивляемости неблагоприятным изменениям; многим загрязнениям характерно триггерное действие (то или иное загрязнение может вызвать цепную реакцию, начинающуюся с какого-то одного наиболее чувствительного вида; далее реакция передается по трофической сети и ведет к тому или иному поражению целой экосистемы).

Указанные особенности свойственны и техническим системам (мелкие отказы могут в итоге провоцировать значительные последствия; накопление скрытых повреждений, старение материалов, усталостные динамические процессы в конструкциях могут приводить к резким качественным изменениям; совместное действие различных факторов в зависимости от их сочетания и последовательности воздействия может приводить к различным

последствиям; индивидуальные различия даже однотипных технических систем в силу «возраста» и особенностей эксплуатации к действию факторов среды; то или иное воздействие, «нашедшее» уязвимое звено в технической системе может привести к цепной реакции отказов и т. д.). Характерной особенностью синергетических процессов, помимо взаимоусиления негативных эффектов, является некоторое запаздывание во времени их проявления по сравнению с возбуждающим фактором-процессом [14].

Положение дел еще более усугубляет повышение уровня сейсмичности платформенных территорий в последние годы, в связи с чем здесь возрастает "неучтенный" риск возникновения случаев нарушения устойчивости и технического состояния любых объектов, оказавшихся в зоне влияния геодинамических аномалий [15].

Говоря о безопасности территорий, не надо забывать, что они относятся, с термодинамической точки зрения, к открытым системам, поскольку в принципе их нельзя оградить от перетоков массы, энергии и информации, которые, в свою очередь, могут являться как стабилизирующими, так и дестабилизирующими факторами уровня безопасности.

При анализе и оценке рисков необходимо учитывать и различать потенциальную и ситуационную опасности [16]. Потенциальная опасность – это возможность реализации цепочки событий, приводящей к нежелательным последствиям. От того, в какой, на данный момент времени, ситуации это будет происходить, тяжесть последствий будет различной. Ситуация, способствующая в той или иной степени развитию подобных событий, и есть ситуационная опасность. Возможно совершенно противоположное развитие событий – от мгновенного защищающего реагирования на реализацию потенциальной опасности до провоцирующего тяжелые последствия.

Наличие ситуационной опасности является дестабилизирующим фактором, влияющим на безопасность людей, среду обитания и экономику. В этой связи необходим более полный анализ и учет формирующих ситуационную опасность факторов (антропогенного, природного или комбинированного характера) с целью возможности организации процесса управления ими. Сказанное еще раз напоминает, что системообразующие компоненты территорий находятся между собой в сложных, постоянно меняющихся и, порою неопределенных отношениях. Что касается создания Паспорта безопасности территории, необходимо либо более четко определиться с требованиями к содержанию расчетно-пояснительной записки (разработать и узаконить понятие «безопасность территории», определить рамки анализа и др.), либо оставить все как есть. Жизнь меняется, меняются наши познания о ней и, смеем надеяться, что содержание Паспортов безопасности территорий и субъектов РФ и муниципальных образований будут все полнее отвечать целям нашей общей безопасности.

Анализ риска территорий изначально содержит непреодолимые неопределенности. Причин тому много: практически бесконечное число элементов системы под названием «территория» (макро- и микромир живой и неживой природы); практически бесконечное число причинно-следственных

взаимосвязей (зачастую не изученных и даже не известных) как между элементами самой системы, так и элементами других систем (территорий); случайные факторы происходящих событий, взаимодействий как результат действия случайных обстоятельств, случайных сил; возможное скрытное формирование и развитие факторов риска и т.п.

Поэтому, в общем случае, «территория» является сложной, динамической, слабоструктурированной, нелинейной системой, «напичканной» всевозможными опасностями.

Все опасности можно разделить на следующие три класса [17]:

1) природно-экологические, вызванные нарушением естественных циклов миграции вещества;

2) техногенно-производственные, связанные с возможностью нежелательных выбросов энергии и вредного вещества, накопленных в созданных людьми технологических объектах;

3) антропогенно-социальные, обусловленные умышленным сокрытием и/или искажением информации. К последнему, на наш взгляд, необходимо добавить: «или незнанием, по разным причинам, реальной ситуации».

Говоря о сценарии возможных чрезвычайных ситуаций на объектовом уровне, необходимо подчеркнуть, что каждый опасный объект, как правило, имеет свои особенности, свой набор проектных и внепроектных аварий и катастроф. Современные средства математического моделирования для большинства из них (взрывы, разливы химических аварийно-опасных веществ и т.д.) позволяют определить типовой сценарий аварии, характерную картину ее разных стадий. Руководствуясь этими знаниями, легче планировать спасательные работы. Модели позволяют, как правило, выяснить уязвимые места конкретного предприятия или территории, о безопасности которых следует позаботиться в первую очередь. Во многих конкретных случаях анализ этих моделей помогает понять, как следует строить систему мониторинга на конкретном объекте.

Обратим внимание на одно важное обстоятельство. Оценка риска принимаемых решений базируется на информации о вероятностях различных возможных исходов и о возможных ущербах, что предполагает весьма высокий уровень знания изучаемых объектов, технологий, решений. Однако во многих случаях уровень современной науки не позволяет располагать такой информацией и давать оценку рискам, оставляя значительную степень неопределенности ситуации.

Так, в отношении многих продуктов генной инженерии, биотехнологии, химической индустрии, а также многих новых технологий мы, к сожалению, имеем дело не с риском, а именно с неопределенностью. Ряд опасностей, которые сегодня просто неизвестны, в будущем могут потребовать согласованных усилий для обеспечения условий получения необходимой информации в сжатые сроки, чтобы избавить общество от необходимости действовать наугад, методом проб и ошибок, поскольку, если риском можно управлять, то неопределенностью — нет.

В этих условиях оценка уровня риска может быть осуществлена лишь приближенно на основе комбинированного использования различных методов - метода экспертных оценок; статистического; метода создания сценариев с аналитическими исследованиями по ним с использованием подходов на базе нечеткой логики.

Экспертные методы пригодны в тех случаях, когда отсутствуют какие-либо данные о частоте проявления и неясна логика их зарождения, развития. Как правило, они применяются при оценке вероятности аварий и катастроф, когда цепь элементарных событий настолько сложна, что невозможно сформировать адекватную их взаимосвязи структуру, позволяющую оценить вероятность проявления результирующего неблагоприятного события [18].

Представляется, что этим должна заниматься группа независимых экспертов под эгидой территориальных органов МЧС, поскольку именно эта организация в первую очередь заинтересована в объективном прогнозировании возникновения и развития возможных негативных эколого-техносферных ситуаций.

Основная трудность будет заключаться в выстраивании возможных цепочек событий, которые могут быть реализуемы лишь на конкретной территории при конкретном стечении обстоятельств. Среди множества возможных сценариев развития чрезвычайных ситуаций могут быть как довольно очевидные, так и трудно прогнозируемые. Почувствовать и предугадать это по силам лишь высококвалифицированным специалистам, поскольку первопричиной последних могут быть, на первый взгляд, «пустяшные события».

«Курирует» решение подобных проблем в различных областях нашей жизни теория риска. Теория риска есть теория принятия решений в условиях вероятностной неопределенности. С математической точки зрения она является разделом теории вероятностей, а приложения теории риска практически безграничны. Наиболее продвинута финансовая область приложений: банковское дело и страхование, управление рыночными и кредитными рисками, инвестициями, бизнес-рисками. Развиваются и нефинансовые приложения, связанные с угрозами здоровью, окружающей среде, рисками аварий и экологических катастроф, и другими направлениями [19].

В исследованиях по проблеме риска возникло отдельное направление работ под общим названием "Управление риском".

В техносфере управление риском (risk management) - это часть системного подхода к принятию решений, процедур и практических мер в решении задач предупреждения или уменьшения опасности промышленных аварий для жизни человека, заболеваний или травм, ущерба материальным ценностям и окружающей природной среде. Для процесса управления риском существует несколько названий как в нашей стране (обеспечение промышленной безопасности), так и за рубежом ("safety management", "management of process hazards"), которые фактически являются синонимами.

Под этими терминами понимается совокупность мероприятий, направленных на снижение уровня технологического риска, уменьшение материальных потерь и других негативных последствий аварий.

Необходимо так же понимать основное различие между понятиями «Оценка риска» и «Управление риском». Оценка риска строится на фундаментальном, прежде всего естественнонаучном и инженерном, изучении источника (например, химического объекта) и факторов риска (например, загрязняющих веществ с учетом особенностей конкретной технологии и экологической обстановки) и механизма взаимодействия между ними. Управление риском опирается на экономический и социальный анализ, а также на законодательную базу, которые не нужны и не используются при оценке риска. Управление риском имеет дело с анализом альтернатив по минимизации риска, т.е. является, по сути дела, частным случаем класса многокритериальных задач принятия решения в условиях неопределенности. Оценка риска служит основой для исследования и выработки мер управления риском.

В части работ, связанных с проблемами риска, используется термин «рискология», смысл которого трактуется авторами по-разному:

- О.Н. Яницкий [20]: «Предмет рискологии – не риски и их последствия, не катастрофы, а общество, которому имманентно присуще производство, распространение и потребление рисков»;

- В.В. Откидач, С.Г. Джура, О.В. Фисуренко [21]: «…нужна наука о риске. Такой наукой является рискология. Рискология – наука о будущем, потому что она связана с прогнозными оценками, возможными исходами, грядущими катастрофами»;

- Г.Ф. Гордукалова [23] отмечает, что «рискологией» нередко называют общее направление анализа риска планируемого действия и что в настоящее время происходит процесс ее формирования.

На наш взгляд, применительно к области знаний «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» необходимо формировать специализированное, четко определяемое направление «Прикладная техносферная рискология».

По существу речь идет о новом виде технологии - технологии управления рисками, рассматривающей и решающей широкий круг взаимосвязанных вопросов (технических, экологических, социально-экономических, информационных, политических и др.) в целях выявления «слабых» мест в существующих или создаваемых техносферных системах для последующей оптимизации мер безопасности и снижения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Почему именно «Прикладная техносферная рискология», а не «Прикладная рискология техносферы», «Рискология» (или нечто подобное): жизнь настоятельно требует создания специализированной, а не «приложенной» науки, решающей проблемы безопасности техносферы в комплексе, а не отдельных, зачастую разрозненных их частей.

Прикладная техносферная рискология – междисциплинарное направление, синтезирующее теоретические и практические наработки наук об окружающем нас мире в развитии осознанного использования знаний о синергизме техногенных, экологических, социальных и иных факторов в риск-менеджменте сложных техносферных комплексов.

Понятийный аппарат и инструментарий предлагаемого направления должен способствовать решению проблем, отмеченных выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС РФ от 25.10.2004 г. №484 «Об утверждении Типового паспорта безопасности территорий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований».
2. www.esrc.ru/services/expertize/safety/
3. www.risk-audit.ru/
4. www.tehnoprogress.ru/directions.html
5. www.intd.uni.udm.ru/passport/ passport_terr
6. www.sibpte.ru/pbter.html
7. www.texpert.ru/view/657534
8. http://home.mark-itt.ru/newwss/74769.html/
9. http://www.ikcptb.com/ru/news/prakticheskij-seminar
10. Октябрьский Р. О разработке паспортов безопасности. Гражданская защита, №6, 2006г.
11. Протокол совместного совещания экспертов проекта «ТАСИС» и экспертов Российского научного общества анализа риска (24 мая 2005 г.)
12. Моисеев Н. И. Экология человечества глазами математика: (Человек, природа и будущее цивилизации). — М.: Мол. гвардия, 1988.
13. Николайкин Н. И. Экология: Учеб. для вузов / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Дрофа, 2003.
14. Оценка и управление природными рисками. Тематический том / Под ред. А.Л.Рагозина. — М.: Издательская фирма «КРУК», 2003.
15. Касьянова Н.Л. Экологические риски и геодинамика. - М.: Научный мир, 2003.
16. Пушкина Ю., Емельянов А. Учет синергизма потенциальной и ситуационной опасности при управлении техногенными рисками. В сборнике научных докладов и статей 1-й Международной конференции «Безопасность. Технологии. Управление». Ч. I /Под науч. ред. д.п.н., профессора Л.Н. Гориной, Тольяттинский государственный университет. -Тольятти, 2005.
17. Белов П. Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2003.
18. А.В. Силаев, П.Ю. Недоступ, А.П. Хаустов. Оценка техногенной составляющей экологических рисков газотурбинных установок. Экология и промышленность России, январь 2006 г.
19. http://riskconsulting.narod.ru/
20. ecsocman.edu/images/pubs/2004/10/16/0000180461/002_Yanitskiy_11-25.pdf
21. http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2006/kita/mayir/library/art02.htm
22. http:/nfriski/ru/content/view/131/88
23. www.bibliograf.ru/index/php?addcomment=1&id=1115

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

THE QUALITY OF TECHNICAL EDUCATION AS A FACTOR IN THE FORMATION OF A SAFE ENVIRONMENT

E. V. Muravyova
Kazan National Research Technical University named after AN Tupolev-KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russia

Sustainable development of the region is possible only in the context of the development of regional security. Professionals working in this field, should have knowledge of the specifics of the region and formed the risk-thinking in their preparation requires the use of active teaching methods based on applied technosphere of riskology.

КАЧЕСТВО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Е.В. Муравьёва
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

Устойчивое развитие региона возможно только в контексте развития региональной безопасности. Специалисты, работающие в этой области, должны обладать знаниями специфики региона и сформированным риск-мышлением, в их подготовке необходимо применение активных методов обучения на базе прикладной техносферной рискологии.

Как отмечает немецкий социолог У. Бек, производство и распределение богатства в индустриальном обществе сменилось производством и распределением риска, им же введено определение современного общества, как «общества риска». В этом контексте «риск может быть определен как систематическое взаимодействие общества с угрозами и опасностями, индуцируемыми и производимыми процессом модернизации как таковым. Риски, в отличие от опасностей прошлых эпох, являются следствием угрожающей силы модернизации и порождаемых ее чувств неуверенности и страха» [5].

Ответной реакцией на возрастающие риски техногенного общества стало развитие науки о безопасной жизнедеятельности, т.е. минимизации рисков в техносфере. Рассмотрение проблемы безопасности в мировом масштабе – дело достаточно сложное, поэтому оптимальным вариантом будет рассмотрение безопасности на региональном уровне, в связи с чем, необходимо определиться с термином «регион». Толкований, в настоящее

время, тому много, но все они сходятся в одном – это часть территории, а дальше всё зависит от научных интересов авторов различных исследований, и под «регионом» может пониматься, как «часть территории», т.е. некая часть земного шара любых размеров, так и группа близлежащих стран до какой-либо небольшой территориальной единицы. С определением «региональной безопасности» дело обстоит сложнее. Поиск определения в Интернете просто обескураживает – здесь масштабы глобальные: «В современном мире действует ряд традиционных систем региональной безопасности – к примеру, Организация по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ), Организация Африканского единства (ОАЕ). Ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) и др.» [6].

Бесспорно, глобальные масштабы «региональной безопасности» важны. Но безопасность «целого» не может быть без безопасности его составляющих. Важно и вполне правомерно заниматься региональной безопасностью территориальных образований меньшего масштаба с учётом их территориальных особенностей. Применительно к нашему случаю речь может идти о безопасности конкретных субъектов РФ в смысле их экологической, промышленной, социальной безопасности. Следовательно, под «региональной безопасностью» следует понимать систему мер, направленных на обеспечение устойчивого развития региона с учётом специфики этого региона. Осуществлять устойчивое развитие региона, т.е. обеспечивать его «региональную безопасность» могут только высококвалифицированные специалисты различного профиля. В соответствии с существующими нормативными документами региональная безопасность будет складываться из экологической безопасности, промышленной безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях (эти понятия нельзя рассматривать как изолированные, а только в условиях их синергитического взаимодействия). Следовательно, отвечают за региональную безопасность в области техносферы специалисты, получившие образование в технических вузах со сформированным риск-мышлением.

В этом случае, на передний план выходит проблема обеспечения безопасности в контексте системы «человек-техника-среда», представляющей собой объект большой информационной сложности. Причём, наиболее непредсказуемым, а значит и самым слабым звеном в этой системе будет человек, управляющий технической компонентой, то есть инженерный работник. В случае, когда речь идёт об управлении сложной технической системой, а тем более, относящейся к категории опасных, большую роль начинает играть профессиональная подготовка работника, уровень его квалификации [1], и в этом случае, необходимо говорить о качестве инженерного образования.

Качество образования определяется как востребованность полученных знаний в конкретных условиях их применения для достижения конкретной цели и повышения качества жизни. Качество знаний определяется их фундаментальностью, глубиной и востребованностью в работе после

окончания обучения. Мы остановимся на проблемах качества инженерного образования. Для соответствия мировому уровню, программы инженерного образования должны продемонстрировать, что выпускники инженерных специальностей обладают способностью:

применять знания математики в различных областях науки и техники;

разрабатывать, проводить эксперименты, а также анализировать и объяснять полученные данные;

разрабатывать систему, компоненты системы или процесс в соответствии с имеющимися потребностями;

работать в многопрофильных командах;

идентифицировать, формулировать и решать технические проблемы;

получать достаточно широкое образование, необходимое для понимания влияния инженерных решений на общество и мир в целом;

понимать необходимость и способность обучаться в течение всей жизни;

знать современные проблемы;

использовать методы, навыки и современную техническую аппаратуру, необходимые для инженерной практики.

Всем этим пунктам соответствуют создаваемые в КГТУ им А.Н. Туполева полипрофессиональные учебно-проектные группы. Подразумевается, что «…конечным результатом реализации концепции проектной подготовки специалистов в этих группах будет являться кадровое обеспечение предприятий и организаций в форме проектно-ориентированных команд специалистов различного профиля со средним и высшим образованием, способных решать в тесном взаимодействии друг с другом весь комплекс задач, связанных с разработкой, производством и продвижением на рынок инновационной продукции»[2]. Обучение студентов по индивидуализированным учебным планам, скорректированными с требованиями работодателя, взаимодействие будущих инженеров с будущими менеджерами под руководством преподавателей и сотрудников, чьи компетенции и квалификация соответствуют содержанию и целям научно-образовательного проекта значительно повысят конкурентоспособность этих выпускников и будут содействовать их профессиональной карьере.

Рассмотрим создание подобных групп для подготовки специалистов в области обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях. Потенциальными заказчиками таких специалистов могут быть МЧС, отделы ГО и ЧС на предприятиях, малые предприятия, где такие выпускники, учитывая их полипрофессиональную подготовку, могут осуществлять надзор за всеми видами безопасности, т.к. инженер, прошедший школу учебно-проектных групп будет, своего рода, риск-менеджером, способным чувствовать опасности современной среды обитания и уметь ими управлять.

Несмотря на то, что изначально, предполагалось создание групп на период выполнения определённой задачи, необходимо учитывать, что МЧС – это организация, постоянно испытывающая потребность в инновационных методах работы и в специалистах, способных участвовать в разработке таких

методов. Следовательно, при согласованной работе вуза с МЧС, возможно функционирование таких групп на постоянной основе.

В состав такой группы должны входить студенты, обучающиеся по специальности «Защита в ЧС», будущие экономисты-менеджеры, инженеры-программисты. И такой состав группы обусловлен тем, что деятельность специалистов в чрезвычайных ситуациях подразумевает наличие профессиональных компетенций в области управления риском, в области управления материально-техническим обеспечением, владение информационными технологиями в управлении чрезвычайными ситуациями и пр. Участники полипрофессиональной группы, в контексте поставленной перед ними задачи, должны быть ознакомлены с работой всех отделов МЧС, т.к. только осознание организации, как единого организма, поможет им принимать правильные решения, не руководствуясь сиюминутной выгодой.

Для повышения эффективности учебного процесса необходимо применение современных педагогических технологий и оптимальными, с нашей точки зрения - это технологии проблемного и знаково-контекстного обучения.

Проблемное обучение — это тип обучения, при котором преподаватель, систематически создавая проблемные ситуации и организуя деятельность студентов по решению учебных проблем, обеспечивает оптимальное сочетание их самостоятельной поисковой деятельности с усвоением готовых выводов науки. Основным элементом проблемного обучения является «проблемная ситуация», которая имеет свою функциональную характеристику. Особенность проблемного обучения вытекает из закономерной взаимосвязи между теоретическими и практическими проблемами и определяется дидактическим принципом связи обучения с жизнью.

Не менее интересным, с нашей точки зрения, будет применение знаково-контекстного обучения. Это обучение, в котором с помощью всей системы дидактических форм, методов и средств моделируется предметное и социальное содержание будущей профессиональной деятельности специалиста, а усвоение им абстрактных знаний как знаковых систем наложено на канву этой деятельности. Необходимое условие: учение не должно замыкаться само на себе (учиться, чтобы получить знания), а выступать той формой личностной активности, которая обеспечивает воспитание необходимых предметно-профессиональных и социальных качеств личности специалиста.

Отличительная особенность контекстною обучения в том, что за этой информацией, которая структурирована преимущественно в виде задач и проблемных ситуаций, просматриваются реальные контуры будущей профессиональной деятельности (отсюда знаково-контекстное обучение). Ведущими формами и методами в технологии знаково-контекстного обучения выступают активные, они воссоздают не только предметное, но и социальное содержание будущей профессиональной деятельности. Социальный контекст предполагает наличие умений социального

взаимодействия и общения, совместного принятия решений, коллективной мыслительной деятельности и т. и.

Обе вышеперечисленные технологии подразумевают постановку перед учащимися неких производственных задач, что в условиях функционирования полипрофессиональной группы в рамках МЧС будет предполагать решение той задачи, для решения которой и была создана данная группа.

Как инструмент селекции студентов для участия в полипрофессиональных группах, можно рекомендовать, организованные профессионалами Казанского игрового центра, ролевые игры. С помощью грамотно выстроенной ролевой игры легче выделить в группах студентов, обучающихся на втором-третьем курсе, наиболее творчески мыслящих студентов, обладающих склонностью к риск-мышлению и именно их включить в предпроектные группы. На начальной стадии же создания учебно – проектного бюро, когда будет сформулирована научная или производственная задача, ролевая игра поможет создать механизм будущей работы во взаимодействии всех участников группы и активизировать её творческий потенциал.

Если смотреть в будущее, то следующим шагом на пути подготовки высококлассных специалистов для решения проблем региональной безопасности может стать создание консорциума «Региональная безопасность», который будет включать в кафедры КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, выпускающие специалистов в области безопасности, как техногенной, так и экономической, Министерство по делам ГО и ЧС РТ, а также другие организации и предприятия Республики Татарстан, желающие принять на работу высококлассных специалистов в области безопасности. В этом случае, целью существования этого консорциума будет развитие полипрофессионального образования и совместные промышленно-академические исследования в области региональной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

5. Муравьёва, Е.В. Преемственность российской высшей технической школы – важная компонента устойчивого развития России / Е.В.Муравьёва, В.Л.Романовский // Научные труды и материалы 8-й Международной науч.-практ. конф. «Техносферная безопасность, надежность. Качество, энерго- и ресурсосбережение». – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского гос. строит. ун-та, 2006. – С.100–106.

6. Павлов Б.П. Формирование профессиональных компетенций выпускников КГТУ им. А.Н. Туполева в полипрофессиональных учебно-проектных группах с участием предприятий-работодателей: научная публикация. / Б.П. Павлов, Ю.Ф. Гортышов, Г.Ф. Мингалеев и др. – Казань: Изд-во Казан. гос. тех. ун-та, 2008.

7. Романовский, В.Л. Прикладная техносферная рискология. Экологические аспекты: монография / В.Л.Романовский, Е.В.Муравьёва. –

Казань: РИЦ «Школа», 2007.
8. Accreditation Policy and Procedure Manual. Effective for Evaluation During 2001-2002. Accreditation Cycle. Engineering Accreditation Comission. Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc., 111 Market Place, Suite 1050, Baltimore, MD 21202.
9. Beck U. Risk Society. Toward a New Modernity. London: Sage Publications, 1992.
10. http:www33333.ru/teoria/glossariy/ glossariy.php?st=33

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR IMPROVED OIL WAVE TOPPING PROCESSING METHODS

M.A. Musaeva, M.A. Takaeva, L.Sh. Mahmudova, H.K. Hataeva
Chechen State Petroleum Technical University named after the academician M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The paper presents the research data of topping oils wave treatment methods. The effect of the additives used oil to crude oil. Physicochemical characteristics of the oils using standard testing oil are obtained. The dispersion state of the hydrocarbon residues, measured the size of the dispersed particles of oil, determined the concentration of paramagnetic centers (PMC) is studied. It is shown that the use of gasoline fractions enables to increase product output.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ОТБЕНЗИНИВАНИЯ НЕФТЕЙ ВОЛНОВЫМИ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ

М.А. Мусаева, М.А. Такаева, Л.Ш. Махмудова, Х.К. Хатаева
Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В работе приведены данные лабораторных исследований процесса отбензинивания нефтей волновыми методами обработки. Изучено влияние добавки отработанного масла к сырой нефти. Получены физико-химические характеристики нефтей с использованием стандартных методов испытаний нефтепродуктов. Исследовано дисперсное состояние углеводородных остатков, проведены измерения размера дисперсных частиц нефти, определены концентрации парамагнитных центров (ПМЦ). Показано, что использование бензиновых фракций позволяет обеспечить увеличение выхода продукта.

В настоящее время актуален вопрос интенсификации фракционирования нефти в условиях малотоннажного производства. Повышение эффективности этого способа достигается за счет оптимизация технологических параметров, использования отработанного масла, модернизации оборудования, что влечет за собой большие затраты, и в целом снижает экономическую эффективность.

Целью данной работы было создание и внедрение принципиальной технологической схемы процесса отбензинивания парафинистого углеводородного сырья с большим выходом светлых фракций на БУМО.

Разработка научно-обоснованных технологии и способа отбензинивания углеводородного сырья под воздействием постоянного магнитного и

акустического полей позволяет решать важнейшую проблему повышения эффективности отбензинивания и снижения вредного воздействия производства на окружающую среду. В ходе выполнения работы были предложены для практического внедрения алгоритм выбора параметров магнитной обработки грозненских нефтей, подбора аппаратов и узлов технологической схемы.

В перспективных программах Чеченской республики предусмотрено использование комбинированного воздействия на грозненские нефти, которое приводит к увеличению отбора легкой бензиновой фракции, а при равном отборе температура начала кипения нефти снижается, что существенно уменьшает энергозатраты на проведение процесса атмосферной перегонки. Таким образом, разработка технологии интенсификации процесса отбензинивания нефтей волновыми методами обработки является актуальным, менее дорогостоящим методом, не требующих больших капитальных вложений и энергетических затрат. Значительного повышения эффективности и экологичности производства, качества получаемых продуктов на действующих установках можно добиться путем применения нетрадиционных способов воздействия на углеводородное сырье, а именно воздействием на сырье различного типа полями (магнитное, акустическое), среди которых наиболее универсальным, эффективным и несложным с технической точки зрения является ультразвуковая и магнитная обработка.

На данный момент проведены лабораторные исследования определения относительной плотности нефтепродукта и ряд научных исследований по изучению физико-химических свойств нефтей. Проведены лабораторные исследования дисперсного состояния углеводородных остатков, измерения размера дисперсных частиц нефти. Анализировали нефтепродукт на спектрометре для определения концентрации парамагнитных центров (ПМЦ).

Относительная плотность нефтепродукта представляет собой соотношение плотностей жидкого нефтепродукта и дистиллированной воды при определенных температурах.

В СССР и России стандартными температурами при определении плотности являются для воды 4^0 С и для нефтепродуктов 20^0С (ρ_4^{20}). В ряде зарубежных стран стандартной температурой для воды и нефтепродуктов является $15{,}6^0$С (ρ_{15}^{15}) .

При пересчете плотности нефтепродуктов от одной температуры к другой применяют формулу Д.И. Менделеева в интервале температур от 0до 50^0С.

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \alpha(t-20), \qquad (1)$$

где ρ_4^{20} - относительная плотность нефтепродукта при 20^0С;

ρ_4^t- относительная плотность нефтепродукта при заданной температуре t;

α – средняя температурная поправка;

Значения температурной поправки α приведены в таблице 1. Часто приходится пересчитывать ρ_{15}^{15} на ρ_4^{20}, а также ρ_{20}^{20} на ρ_4^{20} и наоборот. С этой целью пользуются уравнением:

$$\rho_4^{20} = \rho_{15}^{15} - 5 \cdot \alpha, \qquad (2)$$

где α – средняя температурная поправка (приложение 1).

$$\rho_4^{20} = \rho_{20}^{20} \cdot 0{,}9982, \qquad (3)$$

Среднюю относительную плотность смеси жидких продуктов (ρ см) определяют по правилу аддитивности:

$$\rho_{ñì} = \frac{V_1\rho_1 + V_2\rho_2 + V_3\rho_3 ... + V_n\rho_n}{V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_n}, \qquad (4)$$

$$\rho_{ñì} = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + ...G_n}{\frac{G_1}{\rho_1} + \frac{G_2}{\rho_2} + \frac{G_3}{\rho_3} + ... \frac{G_n}{\rho_n}}, \qquad (5)$$

где $\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + ... + \rho_n$ - относительные плотности компонентов смеси;

$V_1, V_2, V_3, .. V_n$ – объемы компонентов, м^3;

$G_1, G_2, G_3, .. G_n$ - массы компонентов, кг.

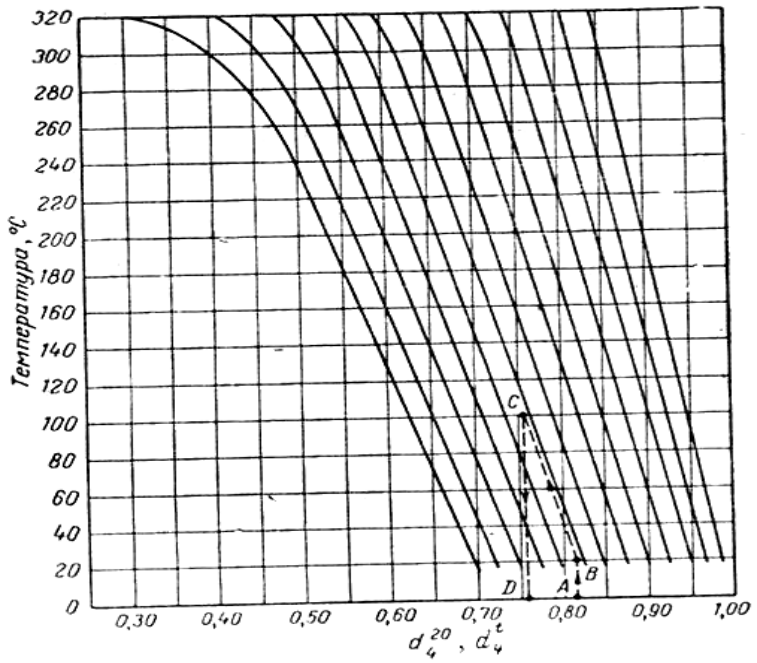


Рисунок 1 – График для определения относительной плотности жидких нефтепродуктов ρ_4^t при известной их плотности ρ_4^{20}

Относительная плотность газа равна отношению массы m газа, занимающего объем V при некоторой температуре и давлении, к массе m_1 воздуха, занимающего тот же объем V при тех же температуре и давлении.

$$d = \frac{m}{m_1}, \tag{6}$$

Если считать газ идеальным, то при T= 273,16^{0}К, P = 1 атм и V =22,414 мл масса m равна молекулярному весу M газа.

В тех же условиях масса 22,414 мл воздуха составляет 28,9 г, откуда относительная плотность газа или пара относительно воздуха:

$$d = \frac{M}{28{,}9}, \tag{7}$$

Абсолютную плотность газов и паров (ρ, г/см^3) при 0^{0}С и 760 мм рт. ст. можно найти, зная массу **M** и объем 1 моль газа (22,414):

$$\rho = \frac{M}{22{,}4}, \tag{8}$$

При абсолютной температуре Т (К) и давлении П (атм) плотность газа (кг/м^3) может быть найдена по формуле:

$$\rho_г = \rho \cdot \frac{273}{t + 273} П, \tag{9}$$

Используя формулу (8), можно записать:

$$\rho_г = \frac{M}{22{,}4} \cdot \frac{273}{t + 273} П, \tag{10}$$

или

$$\rho_г = \frac{273}{22{,}4} \cdot \frac{МП}{T}, \tag{11}$$

Физико-химические характеристики нефтей исследованы стандартными методами испытаний нефтепродуктов. Для определения дисперсных и парамагнитных характеристик использовались авторские методы.

Рассмотрены объекты и методы экспериментальных исследований по влиянию волновых воздействий на способ отбензинивания нефти. В качестве объектов исследования для способов отбензинивания нефтей были взяты три нефти как представительные образцы нефтяного сырья грозненского района:

Чёрная, Московская и Виноградная. Характеристики нефтей приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что нефти Чеченской республики легкие, малосернистые, парафинистые, с низкой кислотностью, малосмолистые, с невысоким содержанием асфальтенов. Содержание высокоплавких парафинов способствует образованию достаточно устойчивых НДС, что требует особых приемов при интенсификации их промысловой подготовки.

Известно, что введение добавок высокоароматизированных и смолистых соединений в нефтяную дисперсную систему приводит к изменениям показателей при её переработке. В качестве таких веществ могут быть использованы отработанные масла.

В данной работе была исследована возможность регулирования фазового состояния нефти с помощью добавок отработанных масел.

Для интенсификации процесса отбензинивания нами предложено использование добавок отработанного масла, характеристика которого приведена в таблице 2.

Таблица 1

Характеристика нефтей Грозненского района

Наименование	**Московская**	**Виноградная**	**Черная**
Плотность при 20 ^{0}C	788,7	813,4	801,6
Коксуемость, %	0,24	0,64	0,82
Зольность, %	0,024	0,012	0,055
Фракционный состав, ^{0}C			
н.к.	71	67	57
10%	95	107	108
20%	110	130	143
30%	133	180	167
40%	175	229	209
50%	208	274	252
60%	258	315	281
70%	297	345	315
80%	342	350 (74,2%)	350 (77,6%)
Выход до 120 ^{0}C, % масс.	22,2	12,8	11,6
Выход до 200 ^{0}C, % масс.	48,0	34,0	28,8
Выход до 350 ^{0}C, % масс.	85,7	74,2	77,6
Остаток выше 350°C	14,3	25,8	22,4

Проведено исследование физико-химических, дисперсных характеристик грозненских нефтей и их изменения под воздействием ультразвука, постоянного магнитного поля в динамическом режиме, т.е. магнитной обработки и их комбинаций;

– экспериментальное исследование магнитного поля в процессе отбензинивания;

– экспериментальное исследование ультразвука в процессе отбензинивания;

– использование эффективного увеличения выхода легкой бензиновой фракции при добавление отработанного масла;

– изучено влияние добавок отработанного масла на выход легкой бензиновой фракции.

Таблица 2

Характеристики отработанного масла

Наименование	Значение
Вязкость при 50°С, сСт	22
Температура вспышки в открытом тигле, ºС,	216
Массовая доля мехпримесей, % масс.	0,006
Массовая доля воды, % об.	сл.
Плотность при 20°С, кг/м^3	864,6
Содержание хлористых солей мг/дм^3	следы

Одним из наиболее значимых факторов устойчивости НДС является размер дисперсной фазы. В связи с этим нами было изучено влияние на дисперсное состояние нефти волновых воздействий и добавок при отбензинивании.

Установлено, что совместное влияние магнитного поля и ультразвука приводит к более значительному уменьшению размера частиц исходных обезвоженных нефтей при индукции магнитного поля 0,31 Тл, но во всех пробах изученных нефтей дисперсность при совместном влиянии магнитной индукции 0,15 Тл и ультразвука того же порядка, что и при индукции 0,31 Тл. Аналогично, наибольшее влияние комбинированное волновое действие оказывает на выход легкой бензиновой фракции при индукции магнитного поля 0,31 Тл, но отбензинивание всех проб изученных нефтей лишь ненамного хуже при совместном влиянии магнитной индукции 0,15 Тл и ультразвука.

Как известно, с увеличением магнитной индукции возрастают энергетические затраты на создание электромагнитного поля или стоимость постоянного магнита (в зависимости от типа применяемого магнитезатора). Следовательно, оптимальной является комбинация влияния ультразвука и магнитного поля с индукцией 0,15 Тл.

В частности, наблюдали тенденцию того, что добавление отработанного масла также приводило к уменьшению частиц в 1,1 – 1,6 раза (таблица 3).

Из данных выше можно сделать вывод, что с помощью фотоколориметрической методики определения размера дисперсных частиц наряду с определением концентрации парамагнитных центров методом

электронного парамагнитного резонанса можно предварительно оценивать способы интенсификации процесса отбензинивания парафинистых нефтей.

Таблица 3

Размеры дисперсных частиц грозненских нефтей (нм)

Нефть	Чёрная	Московская	Виноградная
Исходная	114	77	151
Нефть с отработанным маслом	94	45	123
Изменение	1,1	1,6	1,1

Таким образом, согласно лабораторным исследованиям удалось достичь плановых фактических показателей. Исследована и разработана технология процесса отбензинивания нефтей волновыми методами обработки. Даны физико-химические характеристики нефтей стандартными методами испытаний нефтепродуктов. Проведены лабораторные исследования дисперсного состояния углеводородных остатков, проведены измерения размера дисперсных частиц нефти, анализировали нефтепродукт на спектрометре для определения концентрации парамагнитных центров (ПМЦ). Для всех образцов строго соблюдалась последовательность этапов анализа. Полученные предварительные данные свидетельствуют, что использование бензиновых фракций позволяет обеспечить увеличения выхода продукта.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

DESIGN OF MUFFLER OF DIESEL-GENERATOR MOUNT AND CARRYING OUT OF ITS VIBRATIONAL-ACOUSTICAL EXPERIMENTAL TESTING

S.K. Petrov[1], A.Y. Oleynikov[1], A.A. Lubianchenko[1], I.S. Tolokonnikov[2]
[1]Baltic State Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russia
[2]LGElectronicsRussiaR&DLab, Saint-Petersburg, Russia

The article is concerned with some results of testing optimization of the mufflers and also with experimental research results of the noise and vibration characteristics of the diesel-generator mufflers. The relation between the vibration levels of the muffler and its vibration survival was indentified. The article reviews comparative analysis of vibroacoustic characteristics of the original and upgraded muffler's design on completion of testing.

Keywords: muffler, acoustic efficiency, vibration acceleration, vibration velocity, vibration displacement, ANSYS Fluent.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЛУШИТЕЛЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ПРОВЕДЕНИЕ ЕГО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

С.К. Петров[1], А.Ю. Олейников[1], А.А. Лубянченко[1], И.С. Толоконников[2]
[1]Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург, Россия,
[2]LGElectronicsRussiaR&DLab г. Санкт-Петербург, Россия.

В данной статье освещены некоторые результаты апробации методики оптимизации конструкций глушителей выпуска высокотемпературных и высокоскоростных газов, а также результаты экспериментального исследования виброакустических параметров глушителя системы выпуска дизель-генератора. Определена связь между уровнями вибрации элементов конструкции глушителя шума и его вибропрочностью. Проведена сравнительная оценка виброакустических параметров исходной и модернизированной конструкций глушителя по результатам испытаний.

Ключевые слова: глушитель шума выпуска выхлопных газов, акустическая эффективность, виброускорение, виброскорость, виброперемещение, ANSYS Fluent.

Настоящая работа посвящена вопросам проектирования глушителя шума выпуска высокотемпературного потока выхлопных газов дизель-генераторной установки большой мощности (до 2,5 МВт), а также вопросам

экспериментального исследования виброакустических параметров спроектированного глушителя.

При разработке конструкции любого глушителя шума необходимо учитывать противоречивые требования способности глушителя «преграждать путь» шуму и создания минимального сопротивления потоку выхлопных газов. Проектировщику приходится оптимизировать соотношение технических решений, продиктованных этими требованиями. Основными характеристиками глушителей шума являются [2]:

- акустическая эффективность (снижение шума);
- потери давления (противодавление) в глушителе.

Когда мы имеем дело с высокоскоростным потоком, к перечисленным задачам проектирования добавляется необходимость решать задачу снижения шума струи выхлопных газов, а также задачу снижения динамического воздействия потока на конструкцию глушителя. Газодинамическое воздействие высокоскоростного высокотемпературного потока на глушитель приводит к тому, что корпус глушителя излучает дополнительный шум. Кроме того, элементы конструкции глушителя подвергаются значительной вибрации от воздействия, что, в сочетании с вибрациями подводящего трубопровода и площадки, на которой монтируется глушитель, приводит к необходимости для проектировщика решать задачу обеспечения высокой вибропрочности конструкции. При таком «наборе задач» задача снижения шума выхлопа дизель-генератора, становится для проектировщика далеко не самой острой.

Авторы участвовали в проектировании и экспериментальной отработке модернизированной конструкции глушителя дизель-генератора (далее ДГ), взамен исходной – не отвечающей требованиям эксплуатации из-за высокого уровня вибрации и недостаточной вибропрочности. Нормы вибрации для таких сложных конструкций отсутствуют. Для ориентировочной оценки уровня вибрации конструкции-прототипа авторы использовали нормы вибрации трубопроводов технологического газа компрессорных станций (КС) с центробежными нагнетателями [5].

Авторы проводили виброакустические испытания глушителя-прототипа на различных режимах работы ДГ. Результаты сравнения значений виброперемещений по оси Z в трех характерных точках на верхней стенке глушителя-прототипа на различных режимах работы ДГ с нормами вибрации [5] приведены на рис. 1.

Из приведенных рисунков следует, что при работе ДГ виброперемещения корпуса глушителя в диапазоне частот от 31,5 до 50 Гц, превышают нормы и находятся в зоне D – недопустимое виброперемещение. Возникает необходимость оптимизации конструкции, исходя из условия соответствия требованиям по вибропрочности, по уровню шумности, по величине создаваемого противодавления.

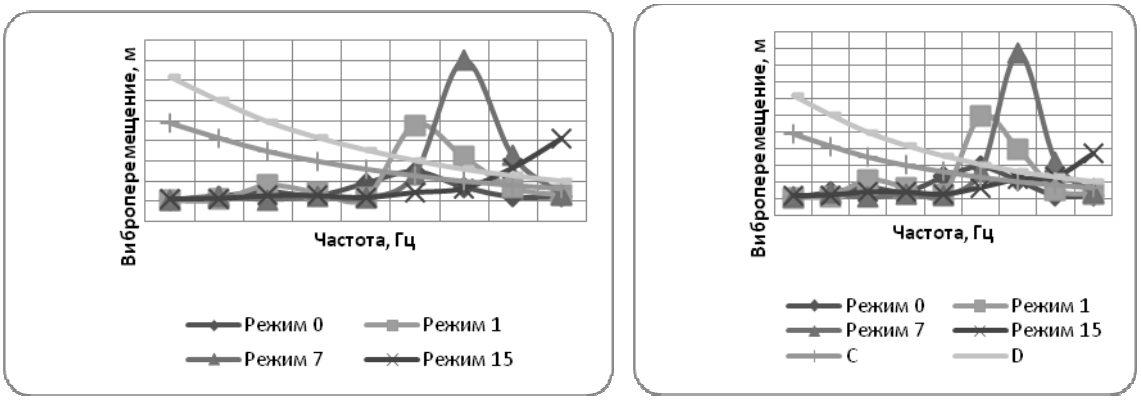


Рисунок 1. Сравнение значений виброперемещений в характерных точках на различных режимах работы дизель-генератора с нормами [5]

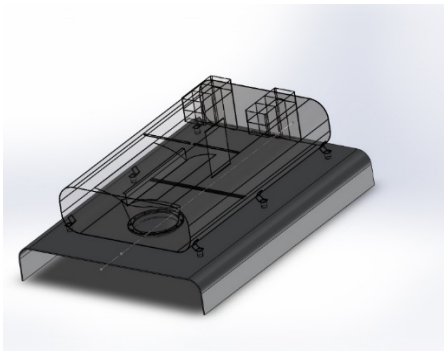


Рисунок 2. Устройство исходной конструкции глушителя шума

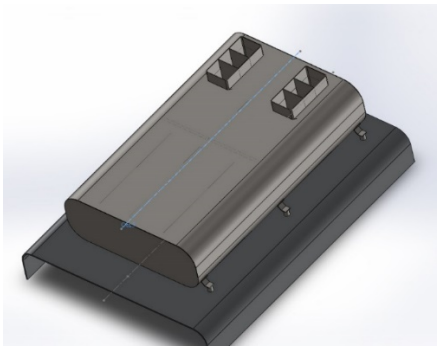


Рисунок 3. Геометрическая модель исходной конструкции камеры глушителя

Для определения причин неудовлетворительной работы исходной конструкции были проведены расчеты механических параметров её геометрической модели, представленной на рис. 3, и газодинамические расчеты параметров потока выпускных газов.

Собственная частота колебаний, зависит от жесткости и плотности конструкции. Таким образом, уравнение частоты колебаний для структур может быть представлено как

$$\omega = \sqrt{K/m}, \tag{1}$$

где К — жесткость структуры, а m — ее масса.

Вычислительное моделирование представляет собой решение системы уравнений:

$$[m]\frac{d^2}{dt^2}\{U\}+[C]\frac{d}{dt}\{U\}+[K]\{U\}=\{P(t)\}+\{P^q(t)\}+\{P^g\} \tag{2}$$

где t-время, $[m]$- матрица масс модели, $[C]$-матрица демпфирования, $[K]$-матрица жесткости конечно элементной модели, $\{U\}$- вектор узловых

перемещений, $\{P\}$- общий вектор заданных внешних узловых сил, $\{P^q\}$- общий вектор внешних узловых сил эквивалентных распределенным поверхностным силам, $\{P^g\}$- общий вектор внешних узловых сил эквивалентных распределенным массовым силам.

В граничных условиях места закрепления конструкции модели были заданы неподвижными. Анализ полученных в результате расчета данных, позволил определить расположение наиболее опасных с точки зрения усталостной прочности участков исходной конструкции глушителя.

Результаты проведенных расчетов показали, что увеличение толщины стенок камеры глушителя не приводит к значительному увеличению собственных частот конструкции. Добиться существенного сдвига собственных частот конструкции в область более высоких значений без изменения габаритных размеров камеры глушителя (что исключалось компоновочными решениями) возможно за счет введения специальных дополнительных конструктивных элементов, назначение которых состоит в увеличении жесткости конструкции, а также в «улучшении» газодинамической картины течения газов выпуска.

Газодинамический расчет параметров потока выпускных газов внутри глушителя и в выходном сечении проводился для нескольких характерных режимов истечения. Некоторые результаты расчетов, выполненных в стационарной постановке методом установления, с визуализацией течения выхлопных газов в виде линий, подкрашенных значениями модуля скорости, показаны на рис. 4.

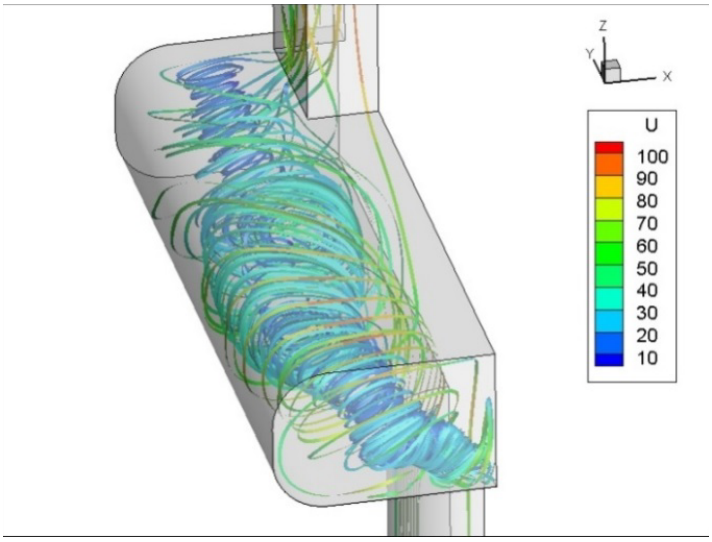


Рисунок 4. Картина линий тока, подкрашенных значениями модуля скорости

На всех режимах работы ДГ структура течения выхлопных газов согласно результатов расчета является схожей. Струя, поступающая в камеру, растекается вдоль верхней и продольной стенок, формируя область вихревого

течения. Таким образом, большая часть камеры загромождена областью малоскоростного вихревого потока. Поток ускоряется вблизи верхних стенок и в выхлопной трубе. Максимальные расчетные значения скорости получены на режиме максимальной мощности ДГ и приближаются к значениям 100 м/с.

Анализ картины течения выхлопных газов приводит к следующим основным выводам:

- картина течения характеризуется крайне неравномерным распределением газодинамических параметров внутри камеры глушителя, существенными пульсациями давлений и скоростей потока, как вследствие турбулентного характера течения внутри камеры, так и нестационарности потока газа на входе в глушитель, что приводит к высокому уровню вибраций конструкции;
- течение газа внутри камеры подлежит обязательной частичной линеаризации путем применения направляющих, перфорированных перегородок и др. конструктивных элементов, приводящих к сглаживанию потока газов, снижению неравномерности распределения газодинамических параметров внутри камеры глушителя.

Одним из важнейших изменений исходной конструкции является введение в камеру поперечной перфорированной перегородки для обеспечения большей равномерности газового потока. Конструкция крепления перегородки внутри корпуса модернизированного глушителя существенным образом увеличила жесткость конструкции.

На основе численного моделирования течений выхлопных газов в камере глушителя проведено параметрическое исследование влияния угла установки перфорированной перегородки на величину противодавления и степень равномерности газового потока. Проводились также исследования влияния на указанные факторы местоположения перегородки и её проходной площади.

Для формирования более благоприятной газодинамической обстановки в камере глушителя проводилось варьирование угла установки разделительной перегородки. Угол установки, оптимальный в условиях данной конструкции и режима работы, соответствует значению 30° к нижней стенке камеры. Поток за разделительной перегородкой в этом случае выравнивается, снижается скорость течения, повышается акустическая эффективность глушителя, увеличивается ресурс. Оптимизировалась величина проходной площади разделительной перегородки. Аналогично исследовалось влияние на параметры потока других вводимых конструктивных элементов.

В результате проведенной проработки конструкции, был предложен вариант конструкции, представленный на рис. 5.

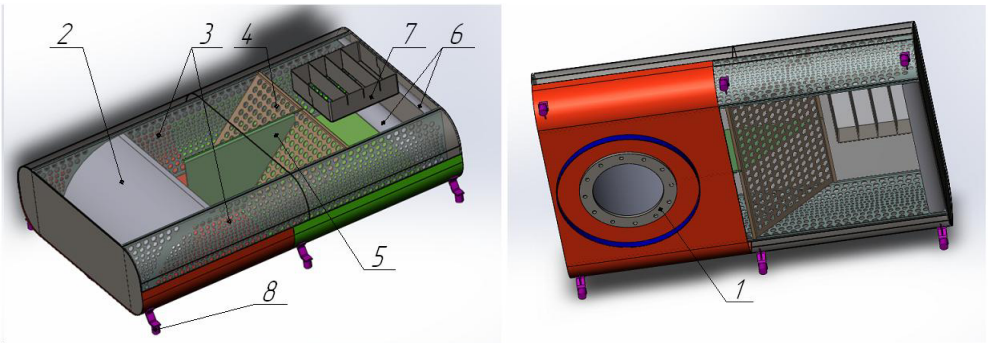


Рисунок 5. Общий вид модернизированной модели глушителя шума

После внесения всех изменений объем камеры и внешние габариты остались неизменны, масса увеличилась примерно на 20%. Было проведено сравнение собственных частот двух конструкций. Для новой конструкции был определен значительный рост собственных частот, который свидетельствует о возрастании жесткости конструкции.

Были проведены натурные исследования конструкции, определялись параметры вибрации, а также акустические характеристики модернизированного глушителя.

В таблицах 1 и 2 приведены определенные по результатам измерений эффективности исходной и модернизированной моделей глушителя.

Таблица 1

Эффективность глушителя исходной конструкции

№№ режима работы ДГ	**Эффективность глушителя, дБ** в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц										Экв. эффект-ть дБА
	31,5	**63**	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	**16k**	
1(0)	-7,2	2,6	-1,0	-7,7	-3,0	7,7	6,8	8,2	11,9	13,8	2,3
2 (1)	-7,6	8,3	-1,7	-3,9	-2,6	5,6	6,1	6,8	9,6	6,6	4,5
3 (7)	-3,8	4,4	-3,6	-6,7	4,1	6,7	5,7	7,1	17,7	13,9	7,4
4 (15)	-0,5	4,2	-3,4	1,3	1,9	4,6	3,1	5,1	12,9	21,3	7,6

Таблица 2 Эффективность глушителя модернизированной конструкции

№№ режима работы ДГ	**Эффективность глушителя, дБ** в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц										Экв. эффект-ть дБА
	31,5	**63**	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	**16k**	
1(0)	-11,3	1,1	-3,1	-7,5	-5,1	2,2	2,5	3,9	7,7	11,5	0,2
2 (1)	-7,2	7,9	0,3	-0,1	1,6	7,8	14,3	16,1	20,7	22,9	8,0
3 (7)	-2,7	7,1	-0,9	10,4	11,2	11,4	14,3	16,7	30,3	23,0	13,6
4 (15)	1,2	5,6	-3,6	10,8	16,0	16,5	15,5	17,6	26,9	51,0	13,3

Как видно из результатов измерений, модернизированный глушитель значительно превосходит исходный образец. Новая конструкция глушителя обеспечивает выравнивание параметров выходящего газового потока, снижает его скорость. Ниже приведены результаты измерений параметров вибрации на различных режимах работы ДГ для измерительных точек на корпусах глушителей исходной и модернизированной моделей. Сравнение

параметров вибрации исходной и модернизированной конструкции глушителя свидетельствует о кардинальном улучшении параметров вибрации новой конструкции. Анализ результатов измерений проводился в наиболее опасном с точки зрения вибропрочности диапазоне частот от 1Гц до 60Гц.

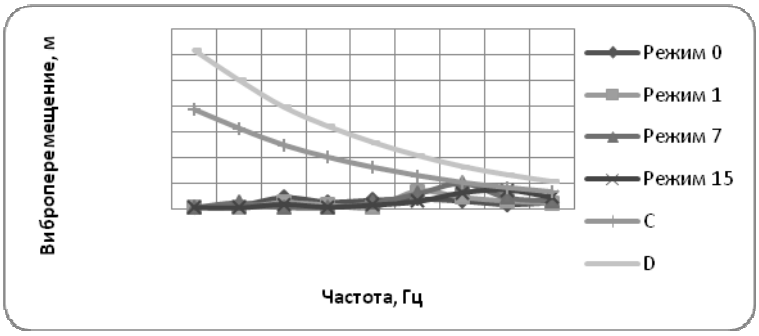


Рисунок 6. Картина виброперемещений в одной из неблагоприятных точек на модернизированной конструкциях глушителя в сравнении с нормами [5].

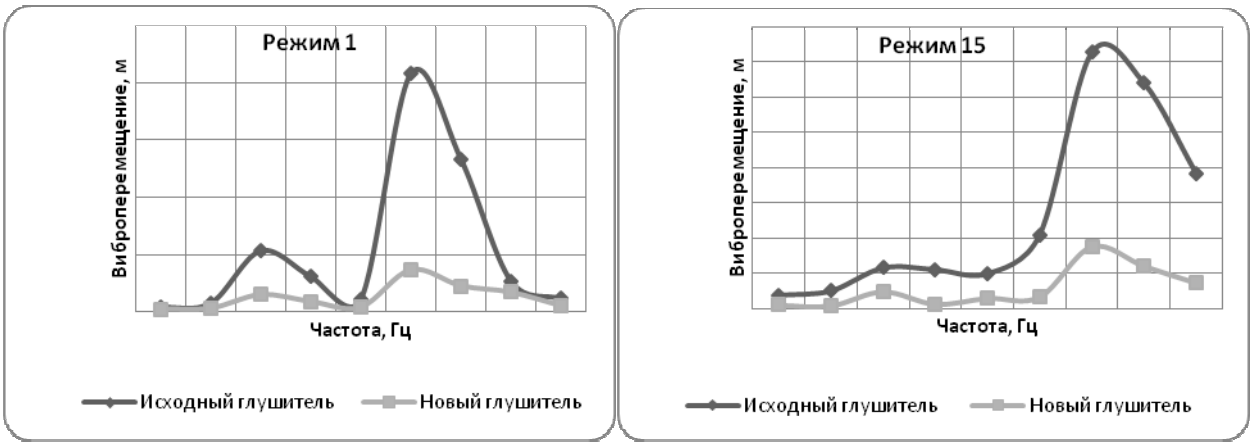


Рисунок 7. Сравнительная оценка виброперемещений в характерной точке (у выходного отверстия) исходного и модернизированного глушителей

Сравнительные оценки свидетельствуют о существенном снижении значений виброскоростей и виброперемещений в сопоставимых измерительных точках на модернизированной конструкций по сравнению с исходной во всем исследуемом диапазоне частот. Для пиковых значений параметров вибрации исходной модели удалось добиться их снижения от 10 до 25 раз для различных режимов работы дизель-генератора.

ВЫВОДЫ

Авторами разработана методика оптимизации конструкций глушителей выпуска высокотемпературных и высокоскоростных газов, особенностью которых является существенное влияние газодинамических параметров

потока выпускных газов не только на акустические, но и на вибропрочностные характеристики. Методика предполагает управление сочетанием таких параметров, как акустическая эффективность, создаваемое противодавление, вибропрочность конструкции. Методика была апробирована в ходе разработки, изготовления и последующих испытаний опытного образца глушителя шума дизель-генератора магистрального грузового тепловоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 18-20 марта 2015 г., СПб/ Под ред. Н.И. Иванова.:"Исследования виброакустических параметров глушителя дизель-генератора магистрального грузового тепловоза", С.К. Петров, А.Ю. Олейников, А.А. Лубянченко.
2. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н.И. Иванов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Логос, 2013. – 432с.
3. Способы защиты от шума и вибрации железнодорожного подвижного состава. Под ред. Г.В. Бутакова. М., «Транспорт», 1978, 231с. Авт.: И.И. Балтер, А.М. Березовский, Г.В. Бутаков и др.
4. Некоторые результаты исследования глушителей шума выпуска ДВС путем натурных испытаний. Лубянченко А.А., Петров С.К. Сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита населения от повышенного шумового воздействия», 22-24 марта 2011 г., Санкт-Петербург, с.637-643.
5. Нормы вибрации трубопроводов технологического газа компресорных станций с центробежными нагнетателями, Мин. газовой промышлености, М., 1985.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015
16-20 September 2015, Samara- Togliatti, Russia

METHODOLOGICAL APPROACHES OF CREATION OF TECHNOLOGY OF RESOURCES RESTORATION

A.A. Pimenov, A.V. Vasilyev
Samara State Technical University, Samara, Russia

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСУРСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

А.А. Пименов, А.В. Васильев
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Утилизация и повторное использование отходов являются важной государственной задачей [1-10]. В настоящей статье рассматриваются методологические этапы создания технологий ресурсовосстановления на примере нефтесодержащих отходов.

Итоговыми этапами процесса создания технологий использования ресурсного потенциала нефтегазопромышленных отходов являются разработка технологической схемы производства, проектирование промышленной установки, возведение системы и пусконаладочные работы. Эти подэтапы входят в состав основного этапа создания технологий ресурсовосстановления. Данный методологический этап строится на основе информации и разработок предыдущих методологических ступеней и аккумулирует в себе все результаты, полученные в ходе продвижения от формирования информационных данных о ресурсной ценности отхода к экспериментальному определению компонентного, группового и химического состава и далее – к выбору метода переработки отходов. На основном уровне создается технология переработки отходов. На схеме (рис. 1) предоставлена стадийная структура процесса создания производств по переработке промышленных отходов. Нетрудно заметить, что в приведенной последовательности этапы являются составляющими более крупных стадий. Вышеупомянутые стадии в настоящей работе названы методологическими уровнями. Градация на методологические уровни необходима для понимания того, что утилизация нефтегазопромышленных отходов может быть осуществлена с помощью мероприятий различного ранга, сложность которых возрастает при переходе от начального (информационного) к технологическому и, затем, к основному уровню. Переход к более высокому методологическому уровню осуществляется при отсутствии возможности реализации более простых решений на уровне предыдущем. Таким образом,

набор методологических уровней утилизации отходов и побочных продуктов нефтегазовой отрасли можно представить в логической последовательности: – информационный этап; –технологический этап; – основной этап.

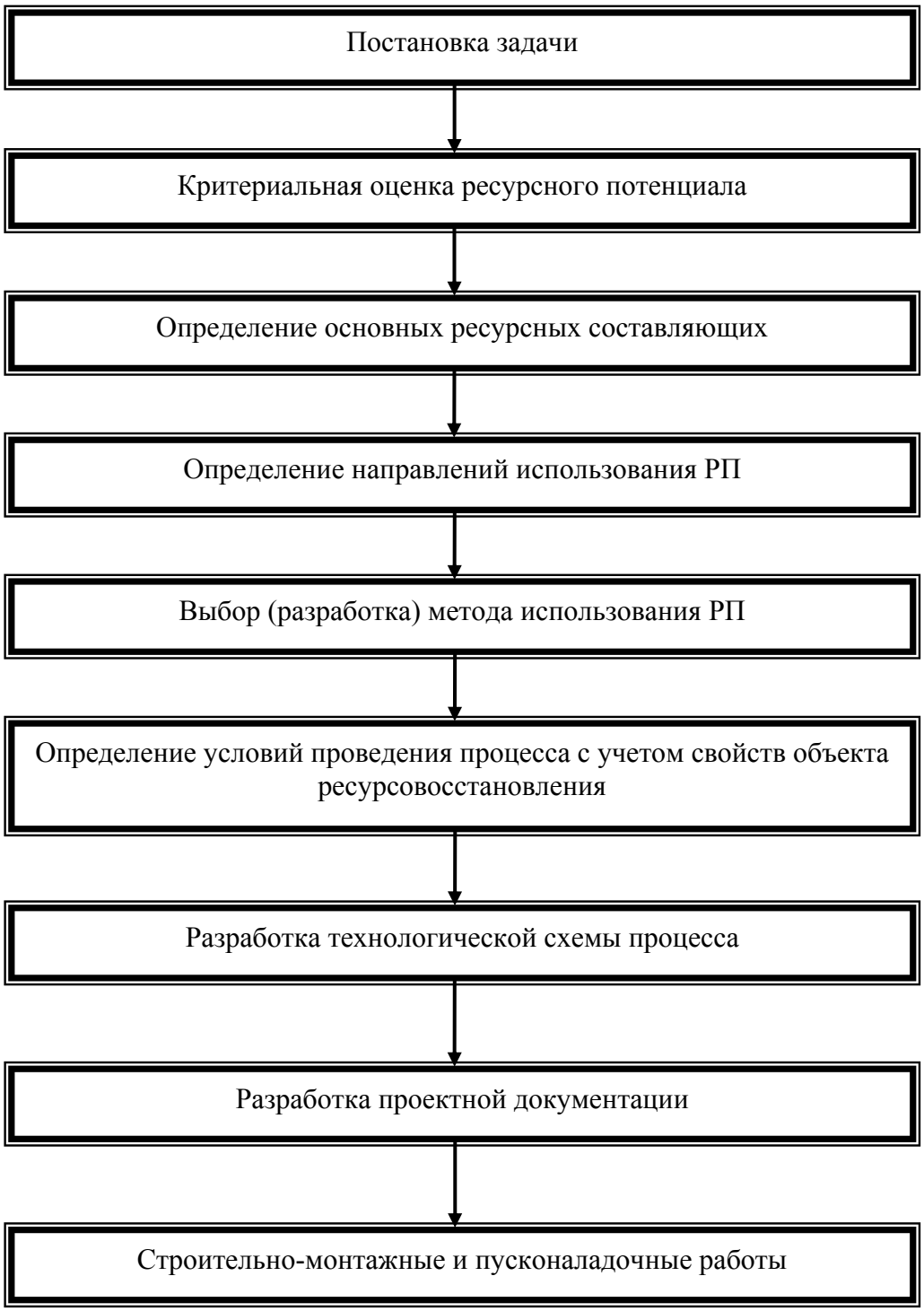


Рисунок 1. Методологические этапы создания технологий ресурсовосстановления

На информационном этапе реализуется постановка задачи по извлечению ресурса из отхода, оценивается его ресурсный потенциал по историческому критерию. На основе разработанной информации проводится поиск

возможных потребителей отхода. Имеется в виду продажа или передача промышленных отходов без всякой предварительной переработки и подготовки предприятиям, использующих гетерофазные многокомпонентные отходы в качестве сырьевой базы или ее части. Кроме того, на информационном этапе осуществляется поиск предприятий, перерабатывающих требуемые или подобные отходы. В случае положительного результата информационных поисков удается решить проблему утилизации токсичных гетерофазных отходов путем их отправки на другое предприятие на условиях полного или частичного возмещения затрат на переработку, или даже на условиях продажи и получения прибыли.

Важной составляющей информационного этапа является поиск известных существующих технологий переработки отходов, утилизация которых планируется. Даже если найденная информация относится к технологиям, которые не удалось по тем или иным причинам реализовать в промышленности, ценность таких информационных данных очевидна для последующих технологических разработок.

Когда решить проблему утилизации на условиях простой продажи или передачи не представляется возможным, то встает задача детальной оценки ресурсного потенциала отхода и принятия решения о направлении его переработки. Все эти вопросы решаются на технологическом этапе. Технологический этап включает стадии всесторонней информационной и экспериментальной критериальной оценки ресурсного потенциала объекта утилизации, проведения технологических исследований. Анализ информационных блоков о ресурсном потенциале по химическому, физическому, технологическому и экономическому аспектам, относящимся к отходам нефтегазовой отрасли, позволяет выделить в их групповом, компонентном и химическом составе основные ресурсные составляющие и спрогнозировать направления извлечения ресурсного потенциала.

Основной стадией работ технологического этапа является разработка направлений трансформирования нефтегазопромышленных отходов, анализ методов переработки на предмет возможности их индивидуального использования, или в комплексе, для превращения основных ресурсных составляющих и, соответственно, всего комплекса отходов в требуемые формы. На технологическом этапе решается вопрос, будут ли ключевые компоненты переработаны в целевые продукты, или их детоксикация является наиболее экономически и экологически целесообразным направлением.

Основной технологический этап включает в себя стадии разработки концепции технологии использования ресурсного потенциала отходов и разработку конкретной технологии в рамках принятой концепции.

Работа выполнена по заданию Министерства образования и науки РФ на выполнение НИР "Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации отходов производства и потребления". Код проекта 2006."

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В. Основы экологии в технических вузах. Учебное пособие. Тольятти, 2000.

2. Васильев А.В. Кластерный подход в управлении региональным развитием и его реализация на примере кластера вторичных ресурсов Самарской области. Вестник Самарского экономического университета. 2014. № 114. С. 38-42.

3. Васильев А.В. Исследование токсичности органических отходов на территории бывшего ОАО "Фосфор". В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции. Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 46-51.

4. Васильев А.В., Мельникова Д.А., Дегтерева М.С. Особенности организации системы обращения с отходами в условиях Самарской области. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-1.С. 313-316.

5. Васильев А.В., Нустрова Е.А. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО "Тольяттисинтез"). Экология и промышленность России. 2013. № 7. С. 42-45.

6. Васильев А.В., Пименов А.А. Особенности экологического мониторинга нефтесодержащих отходов. Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10. № 4. С. 15.

7. Васильев А.В., Тупицына О.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5. С. 308-313.

8. Васильев А.В., Чертес К.Л., Тупицына О.В. Классификация и оценка показателей состояния буровых шламов. В книге: XIV Всероссийская конференция-школа "Химия и инженерная экология". Сборник докладов. 2014. С. 61-63.

9. Пименов А.А., Быков Д.Е., Васильев А.В. О подходах к классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2014. № 4. С. 183-190.

10. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. С. 43-46.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

PROBLEMS OF EVOLUTIONAL PLANNING OF MECHANICAL SYSTEMS ON ENVIRONMENTAL AND ACOUSTIC CRITERIA

O.N. Pobol[1], I.N. Statnikov[2], G.I. Firsov[2]
[1]Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy, Moscow, Russia
[2]Blagonravov Mechanical Research Institute of RAN, Moscow, Russia

On the basis of diffusive-power theory of streams of acoustic energy the model of excitation and absorption of acoustic energy is built in the mechanical structure of loom. The criteria of optimization of model are set forth on a sound-level and expense of vibration-absorbing material. For the search of compromise variants of decision of task the method of planning of calculable experiments, allowing to carry out the global quasiuniform viewing of the set area of the varied parameters and apply many formal estimations from mathematical statistics, is used.

ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ЭКОЛОГО-АКУСТИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

О.Н. Поболь[1], И.Н. Статников[2], Г.И. Фирсов[2]
[1]Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, г. Москва, Россия
[2]Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва, Россия

На основе диффузионно-энергетической теории потоков акустической энергии построена модель возбуждения и поглощения акустической энергии в механической структуре ткацкого станка. Сформулированы критерии оптимизации модели по уровню шума и расходу вибропоглощающего материала. Для поиска компромиссных вариантов решения задачи использован метод планирования экспериментов, позволяющий осуществлять глобальный квазиравномерный просмотр заданной области варьируемых параметров и применить формальные оценки из математической статистики.

Создание современных малошумных машин неразрывно связано с использованием информационных технологий, предусматривающих применение методов моделирования и различных способов описания систем возбуждения и поглощения акустической энергии [1]. В процессе проектирования системы шумопоглощения машин используются понятия функциональной и морфологической структуры системы. Функциональная структура отражает конструктивные взаимодействия элементов возбуждения и передачи акустической энергии внутри системы и ее взаимодействие с

внешней средой. В основе морфологической структуры лежат соотношения для потоков акустической энергии. Акустическая модель механической конструкции машины рассматривается как иерархическая структура, которая состоит из комплекса независимых элементарных излучателей (монополей, диполей и пластин). Для описания акустических процессов используется диффузионно-энергетическая теория потоков акустической энергии, позволяющая рассмотреть механическую структуру как сложную систему взаимосвязанных конструктивных элементов [2]. Условия ее применения, обеспеченные в большинстве машин, таковы: диффузность (т.е. равномерное распределение колебательной энергии по поверхности элементов при достаточно большой плотности собственных частот в рассматриваемых полосах) изгибных колебаний, переносящих основную акустическую энергию в структуре машины; независимость энергии возбуждения колебаний от резонансных свойств структуры как следствие ее энергетической замкнутости; незначительность мощности звукоизлучения по сравнению с диссипативными потерями акустической мощности в механической структуре. Можно показать, что распределение средней плотности энергии резонансных колебаний в определенном интервале частот по структуре машины описывается в общем виде уравнением Поккельса с переменными коэффициентами:

$$\sum_{i=1}^{3}\frac{\partial}{\partial x_i}(c\alpha\frac{\partial w}{\partial x_i})+\beta w=W \quad (i=1,2,3), \tag{1}$$

где w(x,y,z) - плотность энергии колебаний; α(x,y,z) - коэффициент вибропередачи; c(x,y,z) - скорость переноса колебательной энергии; β(x,y,z) - коэффициент диссипации; w = 0,5m<v2>; m - масса единицы объема конструкции; <v2> - среднеквадратическая колебательная скорость; W(x,y,z) - вибрационная энергия, подводимая к системе.

Учитывая заданные граничные условия первого рода в местах защемления с фундаментом $w\big|_{\Gamma_1}=0,$ граничные условия второго рода на остальных границах $\partial w/\partial x_i\big|_{\Gamma_2}=0,$ эквивалентные требованию минимизации функционала

$$B(w)=\frac{1}{2}\int_V\left(\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3}\frac{\partial w}{\partial x_i}c\alpha\frac{\partial w}{\partial x_j}-\beta ww-W\right)dV,$$

где V - объем конструкции, и пренебрегая наличием незначительного градиента плотности энергии в пределах отдельных элементов конструкции машины, уравнение (1) можно переписать в конечно-разностной форме в виде системы линейных алгебраических уравнений, правая часть которых является функцией возбуждения, действующего в машине

$$A\mathbf{X} = \mathbf{B}, \qquad (2)$$

где элементы матрицы A и векторов $\mathbf{X}$ и $\mathbf{B}$ соответственно равны

$$a_{ij} = \begin{cases} -\eta_{ij} & i \neq j, \\ \eta_{ij} & i = j, \end{cases} \quad \eta_{ij} = \eta_j + \sum_{i \neq j} \eta_{ij}, \quad x_j = \omega E_j / E_0, \quad b_j = P_j / E_0,$$

$$i = 1, 2, ..., N, \quad j = 1, 2, ...N,$$

где N - число подсистем; E_0 - пороговое значение акустической мощности, равное 10^{-12} Вт; ω - круговая частота колебаний; η_j, η_{ij} - коэффициенты внутренних потерь и потерь в связях соответственно; E_j - полная энергия колебаний; P_j - мощность энергетического потока, введенная в j–ую подсистему от механизмов машины. Для рассмотрения зависимости вибрационных полей от вибродемпфирования система (2) записывалась в форме, предложенной Вестфалем $\pi_{in_j} = \dfrac{S_j}{C_{\text{гр}_j}} \dfrac{\partial q_j}{\partial t} - \delta_j q_j + \sum_{j=1}^{N} \alpha_{ij}(q_i - q_j)$, где S_j - поверхность элементарной конструкции; $C_{\text{гр}j}$ - групповая скорость звука; q_j - поток колебательной энергии в j–той подсистеме; δ_j - коэффициент, характеризующий поглощение колебательной энергии в j–той подсистеме: α_{ij} - коэффициент прохождения колебательной энергии через соединение i-й и j-й подсистем; π_{in_j} - вводимая в систему энергия. Если конструкции i и j не связаны непосредственно друг с другом, то $\alpha_{ij} = 0$. При стационарном возбуждении конструкции $\partial q_j / \partial t = 0$, $\pi_{in_j} \neq 0$. Таким образом, полная энергия колебаний и поток колебательной энергии в система конструкции пропорциональны мощности энергетического потока, введенного от механизмов станка. При стремлении к снижению уровня шума, возникающего при работе машины, не менее важной представляется проблема экономичного решения указанной задачи. Иначе говоря, при имеющемся выборе возможных технических решений задачи снижения шума необходимо выбрать наиболее экономичное для его реализации. Однако практика проектирования технических устройств показывает, что в большинстве случаев не удается выбрать техническое решение, оптимальное по каждому критерию качества. Необходимо выбирать решение по какой-либо определенной схеме компромисса, выбор которой означает не что иное, как сведение задачи многокритериальной (векторной) оптимизации к скалярной, где в качестве единой скалярной функции цели может выступать либо разумно обоснованная функциональная зависимость между отдельными критериями (свертка), либо система каких-нибудь логических требований, позволяющих также выбрать одно или несколько компромиссных решений. Поэтому необходимо попытаться сначала отыскать в пространстве оптимизируемых параметров область, где сконцентрировано наибольшее число решений задачи, в максимальной степени удовлетворяющих выбранной схеме компромисса.

В качестве примера рассмотрим задачу выбора оптимальных параметров виброзащитного покрытия ткацкого станка [3]. Качество этого покрытия оценивалось двумя критериями: функцией $\Phi_1(\bar{\eta})$, характеризующей уровень шумов станка, и функцией $\Phi_2(\bar{\eta})$, определяющей расход виброизолирующего материала. В обеих функциях $\bar{\eta}$ - вектор коэффициентов внутренних потерь η_j (j = 1, ..., 6). Стояла задача минимизации обоих критериев. Однако с самого начала из физического смысла было ясно, что оба критерия - $\Phi_1(\bar{\eta})$ и $\Phi_2(\bar{\eta})$ - противоречивы в смысле влияния на них коэффициентов η_j: смещение в сторону больших значений η_j приводит к уменьшению $\Phi_1(\bar{\eta})$ и росту $\Phi_2(\bar{\eta})$ и наоборот. Необходимо было отыскать компромиссное решение. В такой постановке задача решалась на основе выделения в "пространстве параметров η_j областей концентрации наилучших решений по каждому критерию методом ПЛП-поиска [4], являющимся специфической разновидностью эволюционного моделирования благодаря синтезу в нем идеи дискретного квазиравномерного по вероятности зондирования J – мерного пространства варьируемых параметров α_j (j=1,…,J) и методологии планируемого математического эксперимента. Сочетание таких идей в алгоритме ПЛП-поиска позволяет, с одной стороны, осуществлять глобальный квазиравномерный просмотр заданной области варьируемых параметров, а, с другой стороны, применить многие формальные оценки из математической статистики.

Результаты поиска компромиссного, решения оценивались следующим образом. Были введены безразмерные критерии $\lambda_1(\bar{\eta})$ и $\lambda_2(\bar{\eta})$, полученные по. Формуле $\lambda(\bar{\eta}) = \dfrac{\Phi_{\max}(\bar{\eta}) - \Phi(\bar{\eta})}{\Phi_{\max}(\bar{\eta}) - \Phi_{\min}(\bar{\eta})}$, так, что $0 \le \lambda_1, \lambda_2 \le 1$. Здесь $\Phi_{\max}(\bar{\eta}), \Phi_{\min}(\bar{\eta})$ - максимальное и минимальное значения критерия в заданном пространстве параметров. Очевидно, что на плоскости нормированных критериев $\lambda_1 0 \lambda_2$ точке с координатами (1;1) будет соответствовать идеальная модель системы вибропоглощения станка ($\lambda_1^{\text{и}} = 1; \lambda_2^{\text{и}} = 1$). Таким образом, цель решения рассматриваемой задачи сводится к нахождению в области изменения параметров $G_1(\bar{\eta})$ такой подобласти $G(\bar{\eta}) \subseteq G_1(\bar{\eta})$, чтобы параметрам η_j из этой подобласти соответствовало множество решений $\{\lambda_1^{\text{i}}; \lambda_2^{\text{i}}\}$, где i = 1, …,$N_1$, у которых разности $(\lambda_1^{\text{и}} - \lambda_1^{\text{i}}), (\lambda_2^{\text{и}} - \lambda_2^{\text{i}})$ и $\left|\lambda_1^{\text{i}} - \lambda_2^{\text{i}}\right|$ одновременно имели бы минимальные значения. Для удовлетворения поставленной цели введем две вспомогательные оценочные функции: функцию полезности $\Phi_3(\bar{\eta}) = \sum_{k=1}^{2} c_k \lambda_k$, где $\sum_k c_k = 1$, и функцию $\Phi_4(\bar{\eta}) = \left|c_1\lambda_1 - c_2\lambda_2\right| / \sqrt{c_1^2 + c_2^2}$. Значения $\Phi_3(\bar{\eta})$ при соответствующих $\eta_i \in G_2(\bar{\eta}) \subseteq G_1(\bar{\eta})$ будут тем больше, чем больше λ_k. Функция $\Phi_4(\bar{\eta})$ позволяет вычислить расстояние от точки на плоскости $\lambda_1 0 \lambda_2$ до прямой, определяемой уравнением $\lambda_1 - \lambda_2 = 0$. Значение

$\Phi_4(\bar{\eta})$ тем меньше, чем меньше различие в λ_1 и λ_2. В пределе ($\lambda_1 = \lambda_2$) при неравных значениях весовых коэффициентов c_k $\min \Phi_4(\bar{\eta}) = \lambda_1 |c_1 - c_2| / \sqrt{c_1^2 - c_2^2}$. Если же весовые коэффициенты брать равными, то при $\lambda_1 \to \lambda_2$ $\min \Phi_4(\bar{\eta}) \to 0$. Минимизация $\Phi_4(\bar{\eta})$ позволяет выделить в области $G_1(\bar{\eta})$ такую подобласть $G_3(\bar{\eta}) \subseteq G_1(\bar{\eta})$, содержащую множество решений $\{\lambda_1^i; \lambda_2^i\}$, у которых разность $|\lambda_1^i - \lambda_2^i|$ (или $|c_1\lambda_1^i - c_2\lambda_2^i|$) стремится к нулю. Теперь ясна и геометрическая интерпретация цели решения задачи (т.е. выбранной схемы компромисса): найти в области $G_1(\bar{\eta})$ такую подобласть $G(\bar{\eta})$, которая являлась бы или пересечением подобластей $G_2(\bar{\eta})$ и $G_3(\bar{\eta})$, или их объединением.

Задача выделения подобластей $G_2(\bar{\eta})$ и $G_3(\bar{\eta})$ решалась путем использования метода ПЛП-поиска [5]. Была просчитана матрица планируемых экспериментов со следующими параметрами: N = 320 – общее число экспериментов; r = 6 – числа варьируемых параметров (коэффициентов потерь); M_j = 32 – число экспериментов в одной серии; T_i^* = 10 – число серий экспериментов. При расчетах значения были приняты равными (c_1 = c_2 = 0,5). Проведя дисперсионный анализ по каждой из функций $\Phi_3(\bar{\eta})$ и $\Phi_4(\bar{\eta})$, удалось выделить в пространстве варьируемых η_i подобласти $G_2(\bar{\eta})$ и $G_3(\bar{\eta})$. Из анализа двух выделенных подобластей получено, что цель задачи можно удовлетворить в подобласти $G(\bar{\eta}) = G_2(\bar{\eta}) \bigcap G_1(\bar{\eta})$. Действительно, в подобласти $G(\bar{\eta})$ было просчитано методом ЛП-поиска [6] 512 вариантов покрытий станка и найдено 11 моделей, у которых одновременно $\lambda_1 \geq 0{,}8$ и $\lambda_2 \geq 0{,}8$. В то же время были проанализировано 100 вариантов, у которых одновременно $\lambda_1 \geq 0{,}7$ и $\lambda_2 \geq 0{,}7$. Оказалось, что область граничных значений η_i для вариантов с $\lambda_1 \geq 0{,}8$ и $\lambda_2 \geq 0{,}8$ целиком содержится в области граничных значений η_i для вариантов с $\lambda_1 \geq 0{,}7$ и $\lambda_2 \geq 0{,}7$. Поэтому в этой области (λ_1 и $\lambda_2 \geq 0{,}8$) было просчитано еще 192 варианта. В исходной области $G_1(\bar{\eta})$ было также просчитано ЛП-поиском 1024 варианта покрытия станка.

Таблица 1

Эффективность поиска рациональных вариантов покрытия

Область поиска	$\lambda_1 \geq 0{,}5$ $\lambda_2 \geq 0{,}5$	$\lambda_1 \geq 0{,}6$ $\lambda_2 \geq 0{,}6$	$\lambda_1 \geq 0{,}7$ $\lambda_2 \geq 0{,}7$	$\lambda_1 \geq 0{,}8$ $\lambda_2 \geq 0{,}8$
ЛП-поиск в $G_1(\bar{\eta})$ (N=1024)	252	104	37	2
ПЛП-поиск в $G_1(\bar{\eta})$ + ЛП-поиск в $G(\bar{\eta})$ (N=1024)	719	478	209	31

Таблица 2

Приемлемые варианты покрытия

Нормированный критерий		$L_{уд}$, дБ	Коэффициент демпфирования					
λ_1	λ_2		η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	η_6
0,840	0,830	6,980	0,0170	0,0175	0,0925	0,0894	0,1344	0,0781
0,853	0,835	7,261	0,0121	0,0227	0,1034	0,0648	0,1147	0,1093
0,817	0,875	6,972	0,0118	0,0164	0,1482	0,0437	0,0872	0,0875
0,837	0,855	7,357	0,0153	0,0156	0,1111	0,0713	0,0850	0,0937
0,835	0,837	7,316	0,0105	0,0241	0,1280	0,0085	0,0811	0,0797

Некоторые сравнительные результаты приведены в табл. 1, где на пересечении строки и столбца стоит число вариантов покрытия из 1024, у которых значения λ_k одновременно больше некоторой заданной величины. В табл. 2 приведены некоторые варианты покрытия с числовыми характеристиками, у которых одновременно $\lambda_1 \geq 0{,}8$ и $\lambda_2 \geq 0{,}8$.

Результаты табл. 1 и 2 со всей наглядностью свидетельствуют о преимуществах предварительного выделения в пространстве оптимизируемых параметров подобласти, содержащей наилучшие решения многокритериальной задачи в соответствии с выбранной схемой компромисса. Именно в этой подобласти следует вести дальнейший поиск удовлетворительных решений. Более того, можно утверждать с-вероятностью, не меньшей 0,95, что выделенная область является областью Парето [4, 6] (или почти достоверно содержит ее), поскольку не удалось найти ни одного варианта, у которого бы достижение значения $\lambda_1 \geq 0{,}8$ не сопровождалось одновременно уменьшением значения λ_2 (и наоборот).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поболь О.Н., Фирсов Г.И. Техносфера, ноосфера и экологические проблемы современных техногенных систем // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. --- 2013. – Т.18, вып. 3. – С. 1073-1076.

2. Поболь О.Н., Фирсов Г.И. Экология и техносфера: проблемы и перспективы. I. // Современные проблемы науки и образования. - 2006. - № 6. - С.74-75.

3. Поболь О.Н. Основы акустической экологии и шумозащита машин. М.: ЗАО «Информ-Знание», 2002. - 272 с.

4. Статников И.Н., Фирсов Г.И. Проблемы интеллектуальной обработки информации при решении задач проектирования и идентификации динамических систем // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. - Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2011. – С.45-51.

5. Статников И.Н., Фирсов Г.И. Эвристические возможности ПЛП-поиска при проектировании динамических систем // Обозрение прикладной и промышленной математики. - 2008. - Т.15, вып. 3. - С.930-931.

6. Соболь И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задаче со многими критериями. - М.: Наука, 1981. - 110 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

FEATURES OF TECHNOLOGICAL NOISE BARRIERS

V.V. Svetlov
Baltic State Technical University 'VOENMEH' named after D.F. Ustinov,
St. Petersburg, Russia

Technological noise barriers are analyzed. Their main features are identified. The basic differences barriers and factors affecting their efficiency are analyzed in detail.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

В.В. Светлов
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург, Россия

Рассмотрены технологические шумозащитные экраны. Определены их основные особенности. Детально проанализированы основные отличия технологических экранов и факторы влияющие на их эффективность.

Шумозащитный экран - плотная искусственная преграда, устанавливаемая на пути распространения звука, расположенная между источником шума и нормируемым объектом. Среди всего многообразия классов экранов наименее изученным является технологический тип.

Основным и принципиально важным отличием технологических экранов является место их установки. В отличие от других типов, данные экраны размещаются в непосредственной близости от источника шума как в зоне плоских, так и цилиндрических звуковых волн. Минимально возможное расстояние от экрана до источника шума, в первую очередь, определяется технологическими требованиями к оборудованию и чаще всего соответствует зоне обслуживания и пространству для воздухозабора или теплообмена. Среднее расстояние от источника до экрана варьируется от 0,5 до 2 м.

Вторым по значимости отличием технологических экранов является существенное влияние звукопоглощения на общую эффективность экрана. Ввиду статичности технологического оборудования между ним и экраном возникают многочисленные отражения, которые приводят к существенному усилению звука. В натурных условиях разница между полностью отражающим экраном и отражающе-поглощающим экраном на отдельных частотах может достигать 9 дБ.

К третьему основному отличию можно отнести существенное влияние формы свободного ребра экрана. Основные используемые виды надстроек на свободное ребро для всех типов экранов представлены на рис. 1.

1 – Г-образная,
2 – Т-образная,
3 – Y-образная,
4 – стреловидная,
5 – цилиндрическая с ЗПМ;
6 – резонаторная

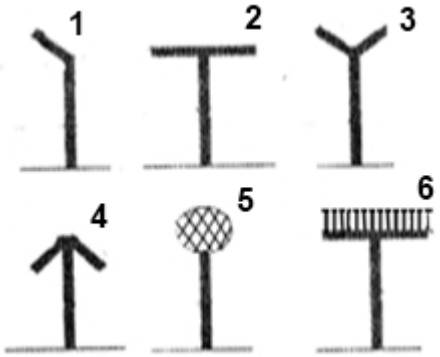


Рисунок 1. Виды надстроек на свободное ребро шумозащитного экрана

Наиболее эффективными и применяемыми видами надстроек являются Г-образная, Y-образная и цилиндрическая с ЗПМ. Снижение шума надстройками достигается посредством увеличения угла дифракции. Дополнительное увеличение эффективности технологического шумозащитного экрана надстройкой достигает 2 дБА. В ходе теоретических исследований замечено, что при расстояниях от источника шума до экрана не превышающих 2 м. снижение шума надстройкой существенно и должно всегда учитываться при расчетах.

Заключительным отличием технологических экранов является их длина. В отличие от транспортных экранов, длина которых может достигать нескольких километров, технологические экраны имеют более скромные размеры - от 10 до 50 м. Такое различие объясняется в первую очередь сравнительно небольшими геометрическими размерами источника шума и возможностью создания замкнутого шумозащитного экрана по периметру источника шума. Также нередки случаи, когда боковые ребра экрана крепятся к стенам прилегающих зданий, создавая тем самым замкнутую конструкцию. Данный факт позволяет существенно сократить площадь применяемых материалов шумозащитного экрана.

Технологические экраны являются наименее изученными и имеют большое количество отличительных особенностей. Расстояние между источником шума и экраном наименьшее, по сравнению с другими видами ШЭ и лежит в границах 0,5 – 2 м. Надстройка на свободном ребре является важным элементом, позволяющим снизить шум на величину до 2 дБА. Сравнительно небольшая длина экрана достигается за счет специфики их установки и возможности создания замкнутых конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник,– М.: Логос, 2010, – 424 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INCREASING OF THE EFFICIENCY OF MICROBIOLOGICAL TREATMENT OF GAS EMISSIONS IN BIOSORBER WITH POLYMER MATERIAL

Yu.P. Tereshchenko, A.V. Vasilyev, V. V. Zabolotskikh, I.O. Tereshchenko
Togliatti State University, Russia

This article presents the conditions and results of experimental studies to increase the microbiological purification of gas emissions petrochemical production. The authors studied the materials of polypropylene and polyethylene as the biosorber's packing materials, The experiments revealed a number of dependencies between the properties of the materials used and the efficiency of utilization of pollutants. Ways of improving the quality of bioremediation by selecting the optimal parameters of the process and improve the structural characteristics of the existing biosorbers.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ В БИОСОРБЕРЕ С ПОЛИМЕРНОЙ НАСАДКОЙ

Ю.П. Терещенко, А.В. Васильев, В.В. Заболотских, И.О. Терещенко
Тольяттинский государственный университет, Россия

В данной статье представлены условия и результаты экспериментальных исследований повышения микробиологической очистки газовых выбросов нефтехимического производства. Авторами статьи исследованы материалы из полипропилена и полиэтилена в качестве насадочных материалов для биосорбера. В результате экспериментов выявлен ряд зависимостей между свойствами используемых материалов и эффективностью утилизации загрязняющих веществ. Предложены варианты повышения качества биоочистки путем подбора оптимальных параметров процесса и совершенствования конструкционных характеристик существующих биосорберов.

Газовые выбросы нефтехимических предприятий создают серьезные экологические проблемы [1-10]. Для интенсификации процесса и увеличения степени очистки и дезодорации газовых выбросов нефтехимических предприятий при эксплуатации насадочных биосорберов нами проанализирован ряд ключевых факторов. Выявлено, что значительная роль при биохимическом окислении вредных веществ в биоустановке отводится насадочному материалу.

Отмечено, что применение полимерных насадочных материалов обеспечивает высокую эффективность очистки от органических веществ при

низкой степени заиливания насадки, отличающейся химической инертностью по отношению к микроорганизмам и удаляемым веществам, большой удельной площадью поверхности. Проведена сравнительная оценка характеристик основных полимерных насадочных материалов, использующихся в мировой практике: полиэтилен, полиамид, полистирол, поливинилхлорид, полипропилен.

Анализ показал, что наиболее перспективными для эффективной очистки в биосорберах является материал из полиэтилена и полипропилена.

В экспериментальных исследованиях в качестве насадки использовали образцы гранулированного высокопористого полипропилена с размером гранул 10 мм, смешанный с керамзитом и полиэтилена в виде колец из полос шириной 3-15 мм.

Насадку из полиэтилена изготавливали из б/у бутылок ПЭТ (рис.1-б). Высоту слоя регулировали с помощью съемных перфорированных тарелок. значение варьировалось в пределах 0,4-0,6 м. Определение влажности проводили высушиванием материала до неизменной массы. Гидродинамическое сопротивление определяли с помощью U-образного жидкостного манометра. Степень заиливания материала определяли визуально.

а)

б)

Рисунок 1 - Исследуемый насадочный материал: а) гранулы полипропилена; б) кольца из полиэтилена

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ БИОСОРБЕРА

Для проведения экспериментальных исследований условий повышения эффективности микробиологической очистки газовых выбросов в биосорбере разработали модельную установку биосорбера. Экспериментальный образец разработан на основе аналитического обзора научно-технической и патентной литературы, нормативно-технической документации.

В результате моделирования и расчетов нами определены оптимальные технические характеристики модели биосорбера (табл. 1).

Таблица 1

Основные технические характеристики модельной установки

Производительность	Единица измерения	Расчетное значение
Производительность	$м^3/ч$	25

Температура газа	°С	< = 42
Диаметр	м	0,3
Высота	м	0,78
Объем установки	л	55
Продолжительность контакта фаз	с	8
Концентрация активного ила в абсорбенте (теоретическая)	г/л	3,5 – 4,5
Расход абсорбента	кг/с	0,1
Высота фильтрующего слоя	м	0,4-0,6
Гидравлическое сопротивление	Па	50-120
Диаметр отверстий в решетках для загрузочного материала	мм	3х2 и 1,5х2
Степень очистки (теоретическая)	%	98
Масса установки	кг	8

Схема модельной установки биосорбера представлена на рисунке 2.

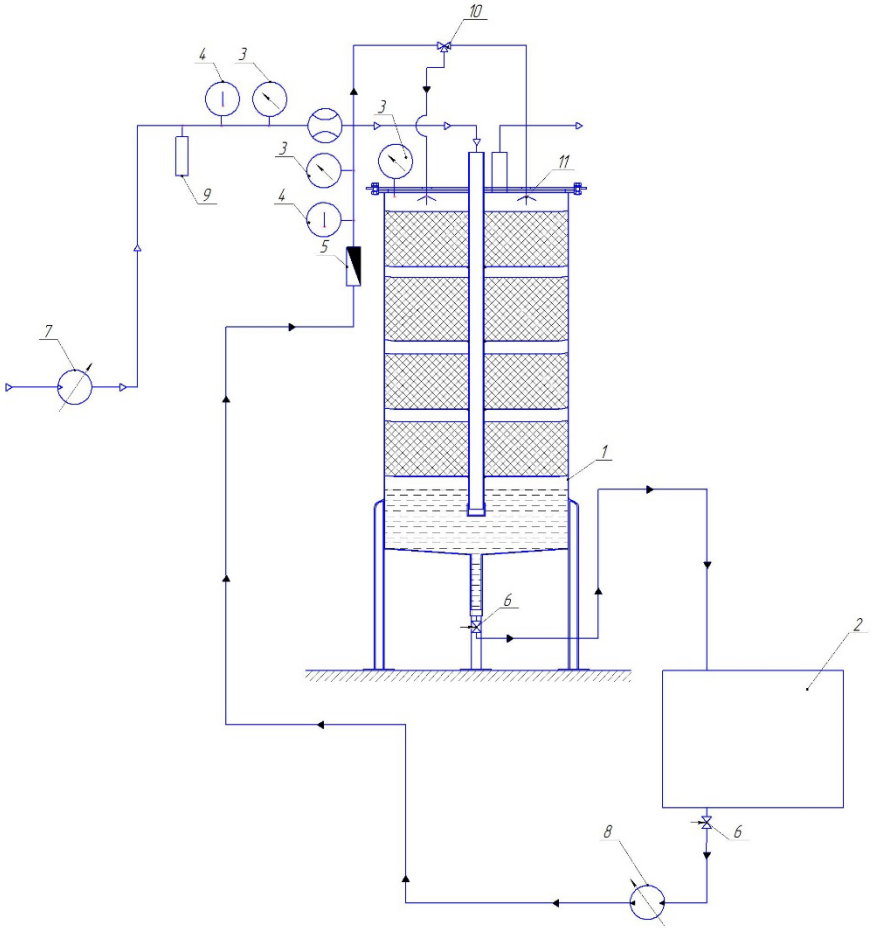


Рисунок 2 - Модельная установка биосорбера: 1 - корпус установки, 2 - биореактор, 3 - манометр, 4 - термометр, 5 - водомер, 6 - вентиль регулируемый, 7 - пневмомотор регулируемый с нереверсивным потоком, 8 - насос-мотор регулируемый, 9 - устройство для подачи загрязняющего вещества, 10 - Вентиль трехходовой, 11 - форсунка.

Технологическая схема экспериментального биосорбера (рис.2) включает в себя корпус установки 1, в котором происходит процесс окисления загрязняющих веществ микроорганизмами-деструкторами, биореактор 2, в котором происходит культивирование микроорганизмов активного ила, контрольно-измерительные приборы: манометр 3 для контроля давления внутри аппарата во время проведения эксперимента, термометр 4 для отслеживания температурного режима работы биосорбера, водомер 5 для определения расхода суспензии активного ила, вентиль регулируемый 6 для регулировки подачи суспензии, пневмомотор регулируемый с нереверсивным потоком 7 для подачи смеси воздуха и загрязняющего вещества в аппарат, насос-мотор регулируемый 8 для прокачки водной суспензии через аппарат и насадочный материал, устройство для подачи загрязняющего вещества (стирол) 9, вентиль трехходовой 10, форсунки 11 – для распыливания суспензии активного ила.

Для проведения экспериментальной очистки воздуха в биосорбере в воздух добавляли модельное вещество - стирол (винилбензол), являющееся типичным для газовых выбросов предприятий нефтехимического комплекса. Содержание модельного вещества в очищаемом воздухе варьировалось в пределах 40-600 мг/м^3. Содержание стирола в очищенном воздухе контролировали с помощью газоанализатора ГАНК-4АР согласно Руководству по эксплуатации прибора. Содержание стирола в суспензии активного ила определяли с помощью газового хроматографа Кристаллюкс 4000М.

Весь объем микробиологических исследований проводили в соответствии со стандартными методиками и общепринятыми в микробиологической практике методами исследования.

Для проведения экспериментальных исследований в качестве биологического компонента установки использовали адаптированный активный ил со станции очистки ООО «Тольяттикаучук».

В составе активного ила со станции БОС ОАО «Тольяттикаучук» преобладают следующие виды микроорганизмов: бактерии (Pseudomonas sp., Achromobacter sp., Rhodococcus sp., Arthrobacter-bacillus sp., Enterobacteriaceae sp., Cytophaga-flavobacterium, Acinetobacter sp.), грибы (p.p. Candida, Fusarium), простейшие (инфузории Opercularia sp., Paramecium caudatum), коловратки Philodina roseola, Asplanchna priodonta).

Для оценки суспензии активного ила по химическим показателям определяли концентрацию общей биомассы, а также микро- и макроэлементов в среде (натрий, железо, марганец, цинк, калий, кальций, медь, фосфор и азот).

В биореакторе для хранения и культивирования микроорганизмов поддерживали следующие условия: температура среды не более 35°С, pH 6,5-8 ед., аэрация 0,5-0,8 м/с.

Идентификацию микроорганизмов проводили с помощью определителя Берги (Bergey, 1986) и Атласа (Л.А. Кутикова, 1984).

При определении оптимального режима работы биосорбера и эффективности процессов очистки нами была проведена серия исследований на экспериментальном образце на базе аккредитованной научно-исследовательской лаборатории.

Исследования на экспериментальном образце для каждого типа насадки проводились в течение 8 суток. Процесс очистки контролировали периодически каждые 8-10 часов непрерывной работы установки по физико-химическим и микробиологическим и показателям. Подготовку образцов для химического и микробиологического анализов и статической обработки полученных результатов производили по методикам, приведенным в специальной литературе.

Условия проведения экспериментальных исследований отражены в табл. 2. Опыты с №№ 1 и 2 – биосорбер с насадкой из полипропилена и керамзита, опыты с №№ 3 и 4 – биосорбер с насадкой из полиэтилена. Каждый опыт включал в себя 4 варианта концентраций стирола в нагнетаемом в биосорбер воздухе.

Таблица 2

Условия проведения экспериментальных исследований на модельном образце биосорбера

Измеряемый параметр	№ опыта			
	1	2	3	4
Расход воздуха, л/мин	25	25	25	25
Начальная концентрация стирола в потоке воздуха Свх, мг/м^3	40 150 400 600	40 150 400 600	40 150 400 600	40 150 400 600
Концентрация активного ила в суспензии, САИ, г/л	2,99-3,75	4,45-4,67	3,50-3,62	4,47-4,61
Температура загрязненного воздуха, ˚С	21-23	21-23	21-23	20-22
Температура суспензии активного ила, ˚С	20-23	21-24	22-23	20-23
pH суспензии активного ила в начале исследования, ед	6,8-8,9	7,1-8,3	8,1-8,5	7,0-7,8

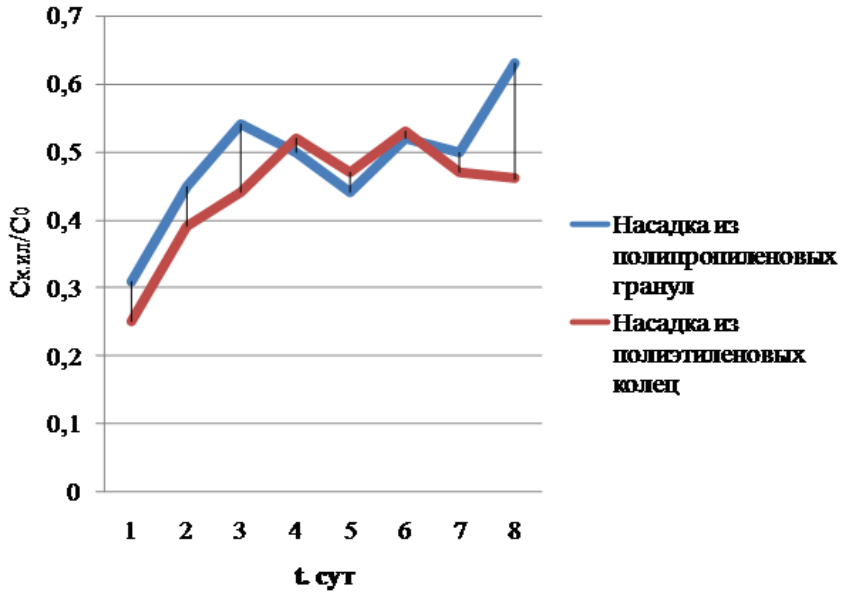


Рисунок 3 – Зависимость удельной концентрации стирола в активном иле (Ск.ил/С0) в эксперименте (опыт №№ 1,3) от времени проведения эксперимента

Зависимость удельной концентрации стирола от времени эксперимента в сутках представлена на рис. 3. Экспериментальные данные свидетельствуют о более высокой скорости биодеградации стирола в биосорбере с насадкой из полиэтиленовых колец. Отметим, что накопление ЗВ в активном иле происходит менее интенсивно в биосорбере с полиэтиленовой насадкой, чем в биосорбере с пропиленовой.

На рис. 4 отражена зависимость гидравлического сопротивления от влажности исследуемого насадочного материала. Необходимо отметить, что при визуальном исследовании насадочных материалов в насадке из полипропиленовых гранул и керамзита наблюдалась высокая степень заиливания, быстрый рост биологической пленки вследствие высокой пористости насадки, что значительно увеличивало гидравлическое сопротивление в биосорбере, тем самым ухудшало производительность установки на 30 % и эффективность очистки на 22%.

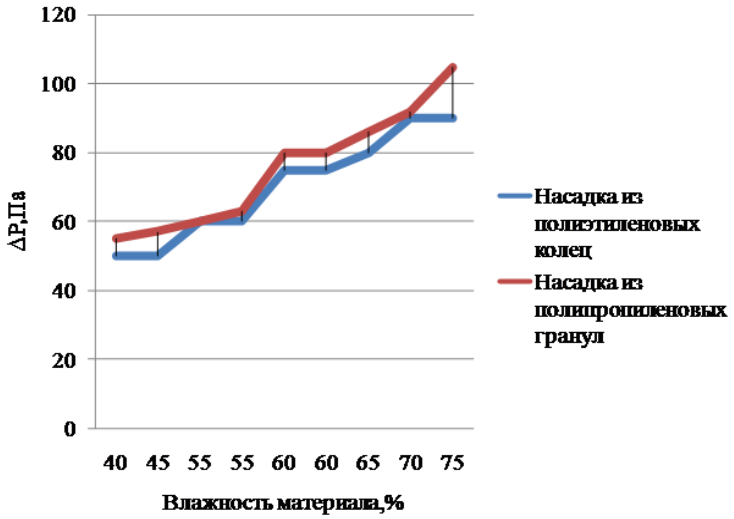


Рисунок 4 - Зависимость гидравлического сопротивления ΔР от влажности исследуемого насадочного материала (опыты №№ 1,3 высота слоя насадки 0,4 м).

По итогам проведенной серии экспериментальных исследований выявлена зависимость влажности насадочного материала из полиэтиленовых колец от эффективности очистки от загрязняющих веществ нефтехимического производства на примере стирола. Зависимость представлена на рис. 5. Таким образом, максимальная эффективность очистки наблюдается при влажности материала 70 %.

По результатам III этапа экспериментальных исследований сделаны выводы о том, что оптимальными параметрами для организации процесса очистки в биосорбере с эффективностью более 97%, удельная скорость биодеградации органических загрязнений (по стиролу) 32-36 мг/г·час являются параметры, представленные в табл. 3.

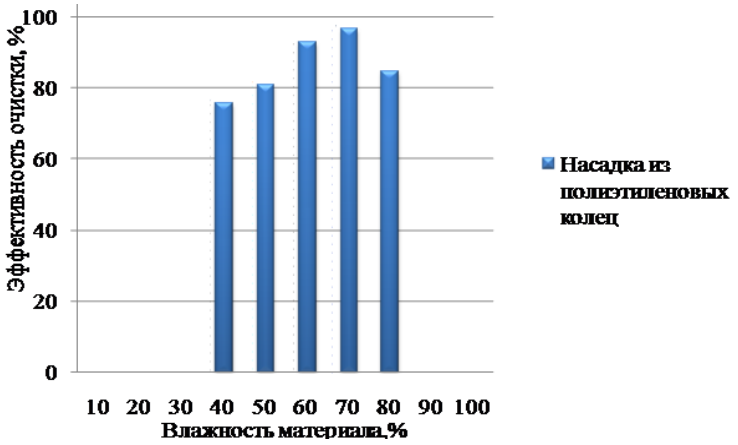


Рисунок 5 - Зависимость гидравлического сопротивления ΔР от влажности исследуемого насадочного материала (опыты №№ 1,3 высота слоя насадки 0,4 м).

Таблица 3

Оптимальные параметры процесса очистки в биосорбере с полимерной насадкой из полиэтиленовых колец

Контролируемый параметр	Величина
Начальная концентрация ЗВ в потоке воздуха Свх, мг/м3	< 700
Концентрация активного ила в суспензии, САИ, г/л	3,25-4,25
Температура загрязненного воздуха, ˚С	19-23
Температура суспензии активного ила, ˚С	20-24
pH суспензии активного ила в начале исследования, ед	7,5-8.0
Высота слоя насадки, м	0,6-0,9
Влажность насадки, %	65-75%
Нагрузка по газовой фазе, м3/м2·ч	300-550

Для повышения степени и экономичности биоочистки предложена замена насадочного материала на полимерную насадку из полиэтиленовых колец, обладающую большей сорбционной емкостью. В установке использованы насадочные элементы, расположенные на опорных решетках либо перфорированных листах. В качестве каплеотбойника, а также дополнительного материала для иммобилизации микроорганизмов использован слой керамзита. Для повышения эффективности очистки и в случае залповых выбросов рекомендовано создать слой гранулированного активированного угля.

Модернизация предложенной авторами конструкции осуществлена путем изменения подачи загрязненного потока через осевой патрубок сверху вниз. Внутреннее покрытие установки предложено выполнять из порошковой полимерной краски для придания конструкции коррозионной стойкости. Системы термостатирования требуются для защиты от неблагоприятных метеоусловиях в месте установки биосорбера. При производительности установки 10000 $м^3$/ч и концентрации вредных примесей не более 1500 мг/$м^3$ рекомендуется высота слоя насадки равная 0,9 м, количество слоев 2. Для снижения энергопотребления предложена замена одного из ковшей-оросителей на роторный ороситель.

Предварительные расчёты и результаты экспериментальных исследований выявили преимущества разработанного биосорбера по сравнению с существующими аналогами - значительное повышение степени очистки воздуха от органических загрязнений до 98% при низких энергозатратах. Характеристика биосорбера представлена в табл.4.

Таблица 4

Техническая характеристика промышленного биосорбера

Характеристика	Ед.измерения	Величина
Производительность установки	$м^3/ч$	10000
Концентрация ЗВ	$мг/м^3$	1500
Габаритные размеры (диаметр×высота)	м	2,2×4,0
Энергозатраты	кВт/ч	1,5
Высота слоя насадки	м	0,9×2
Влажность насадки, %	%	65-75
Нагрузка по газовой фазе	$м^3/м^2 \cdot ч$	300-550
pH среды	ед.	7,5-8,0
Степень утилизации ЗВ	%	96-97

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко Ю.П. Особенности и новые подходы к использованию биосорбентов. В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции. Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 82-90.

2. Валиуллина В.Н., Заболотских В.В., Васильев А.В. Разработка установки с биофильтрационными модулями для дезинфекции и очистки воздуха от органических загрязняющих веществ в жилых помещениях. В сборнике: YOUNG ELPIT 2013 Международный инновационный форум молодых ученых: В рамках IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ELPIT 2013: сборник научных докладов. Научный редактор А.В. Васильев. 2014. С. 87-93.

3. Васильев А.В., Нустрова Е.А. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО "Тольяттисинтез"). Экология и промышленность России. 2013. № 7. С. 42-45.

4. Васильев А.В., Терещенко Ю.П. Технико-экономическое обоснование эффективности биологических методов очистки и дезодорации выбросов нефтехимических предприятий в воздушную среду. В сборнике: Стратегическое планирование развития городов России. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина. Сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Д.В. Антипов. 2013. С. 59-63.

5. Васильев А.В., Терещенко Ю.П., Терещенко И.О., Заболотских В.В. Разработка модельного образца биоустановки для исследований по повышению эффективности микробиологической очистки газовоздушных выбросов промышленных предприятий нефтехимического комплекса. В сборнике: Стратегическое планирование развития городов России. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина. Сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Д.В. Антипов. 2013. С. 64-70.

6. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Васильев А.В. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-6.С. 1717-1720.

7. Терещенко Ю.П., Васильев А.В., Заболотских В.В. Разработка установки для эффективной очистки газовых выбросов нефтехимических предприятий. Башкирский химический журнал. 2012. Т. 19. № 5. С. 33-36.

8. Яковлев, С.В. Биологические фильтры / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: Стройиздат. -1976. – 130 с.

9. Kumar, T. P. Biofiltration of volatile organic compounds (VOCs) – an overview / T. P. Kumar, Rahul, Kumar M. A., Chandrajit B. – India: Res.J.Chem.Sci. – 2011. – Vol. 1(8). - p. 83-92.

10. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. С. 43-46.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

MANAGEMENT OF LABOR SAFETY DURING EXPLOITATION OF ELECTRICAL PLANTS WITH APPLICATION OF INFORMATION SUPPORT

N.A. Fenyuk, A.V. Vasilyev
Samara State Technical University, Samara, Russia

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ

Н.А. Фенюк, А.В. Васильев
Самарский государственный технически университет, г. Самара, Россия

Эксплуатация действующих электроустановок связана с повышенным риском поражения электрическим током и высокой смертностью пострадавших, о чем свидетельствует статистика производственного электротравматизма в энергетике, на железнодорожном транспорте и в других отраслях экономики.

Как показывают исследования, несчастные случаи происходят преимущественно из-за неправильных, с точки зрения безопасности, действий (решений) как самих пострадавших, так и других работников, в том числе организующих работы в электроустановках [1-5].

Для большинства травмированных основной причиной неправильных действий является незнание работниками правил безопасности при эксплуатации электроустановок, объем которых значителен, или их игнорирование, а также неумение успешно применять нужные знания в конкретной, особенно нештатной, ситуации. Поэтому существует объективная необходимость в системе информационной поддержки управления безопасностью при эксплуатации электроустановок [2].

Одной из причин нарушения установленного порядка выполнения работ в электроустановках является недостаточный уровень знаний правил безопасности или неумение их применить в конкретной ситуации при решении той или иной задачи.

Для устранения этой требуется разработать:

• эталонный алгоритм принятия решений на проведение работ в электроустановках, устанавливающий последовательность действий и видов

деятельности, обеспечивающих безопасную организацию работ в электроустановках;

• логические модели (логико-временные схемы) организации безопасного ведения работ (модели безопасности работ) в электроустановках, отличающиеся от известных наличием системы поддержки принятия решений СППР.

•Первопричина электротравматизма – неэффективное управление безопасностью, которое может быть следствием некомпетентности персонала, невыполнение им своих обязанностей, недостаточного или неудовлетворительного информационного сопровождения процесса принятия решений работником и т.д.

Для повышения эффективности управления безопасностью при эксплуатации электроустановок требуется реализовать комплекс программных мероприятий, объединенных общей целью и принятой стратегией в единую систему управления безопасностью (СУБ).

Эта система должна входить составной частью в общую систему управления электрохозяйством предприятия и охватывать три уровня: низший (рабочее место), средний (участок, цех) и высший (предприятие в целом). При этом СУБ должна быть интегрирована не только по вертикали, но и по горизонтали, то есть должна иметь связи между соответствующими производственными подразделениями и функциональными службами предприятия и управлять взаимосвязанными видами деятельности и процессами.

Анализ основных видов деятельности предприятий электроэнергетики на различных уровнях управления позволил установить, что действующая организационно-функциональная структура не позволяет достаточно обоснованно и целенаправленно реагировать на изменения условий безопасности в электроустановках и принятия адекватных мер профилактики несчастных случаев, угрозы пожаров и аварий. Сложившаяся система организации не способствует мотивации сотрудников на достижение положительных конечных результатов деятельности, направленных на повышение уровня безопасности в электроустановках производственного и бытового назначения.

Эффективным средством совершенствования деятельности может служить применение системного анализа, позволяющего рассматривать управление безопасностью труда как большую систему взаимосвязанных между собой компонентов, функционирующих в условиях ограниченной информации или ее неопределенности, подчиненных единой цели.

Использование методов системного анализа позволяет сформировать рациональную структуру, разработать основные его компоненты, обосновать их параметры, дать количественную оценку эффективности технических мер электрической защиты, провести моделирование и оптимизацию этих мер, осуществить прогноз уровня безопасности на перспективу.

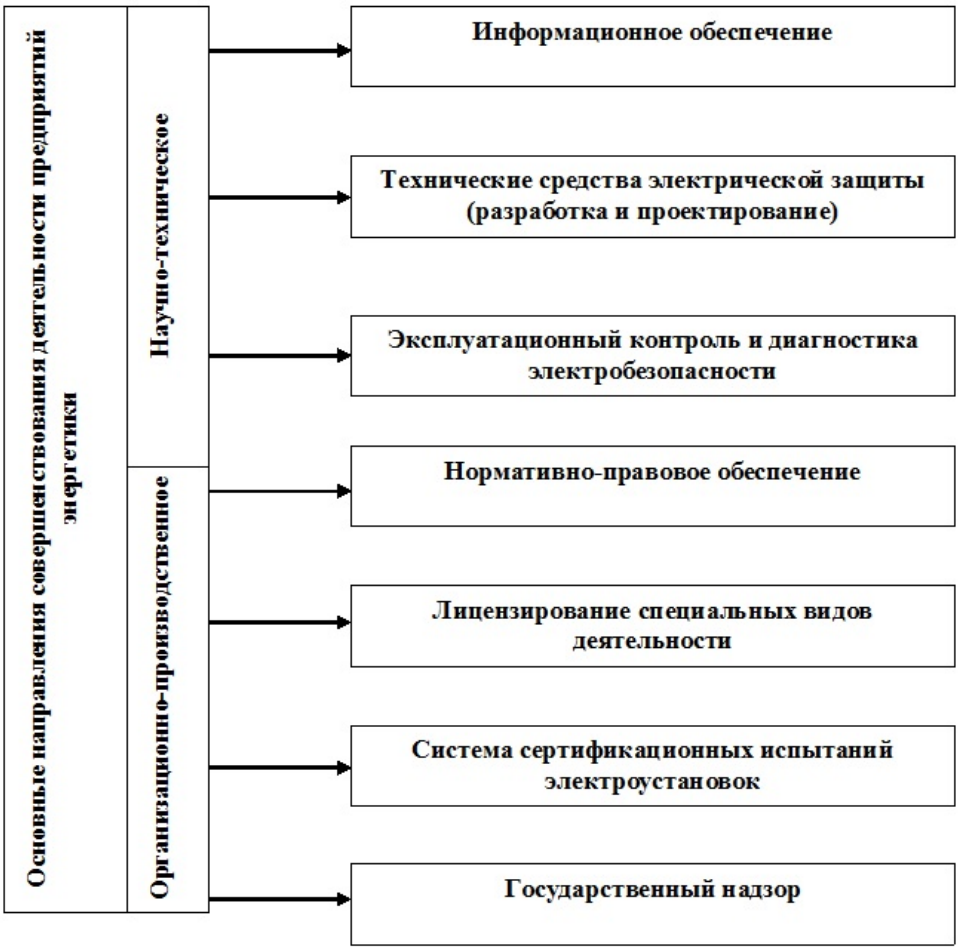


Рисунок 1 – Система управления безопасностью при эксплуатации электроустановок

Информационное обеспечение. Материалы расследования несчастных случаев (НС), вызванных электропоражениями, представляют основной источник информации для определения их причин и обстоятельств, а также выработки мероприятий, исключающих возникновение подобных случаев в дальнейшем. От правильности установления причин НС зависит и эффективность вырабатываемых мероприятий.

Недостатки, связанные с действующим порядком учета и расследования НС, не позволяют должным образом объективно оценить комплекс факторов, определяющих причины возникновения электротравмы и ее исход. В этой связи важным является создание информационного обеспечения системы управления безопасностью электроустановок. В основу его должен быть положен принцип построения модели сбора и анализа данных для принятия решений по снижению электротравматизма (пожаров), включающий:

- разработку общих методических основ комплексного изучения причинно-следственных связей электротравматизма с применением статистических методов анализа;
- классификацию и систематизацию признаков электротравматизма с учетом его многоаспектности (технического, организационного,

социологического, экономического, медико-биологического и топографического);

- разработку алгоритма функционирования системы, представляющего собой упорядоченную последовательность процедур сбора, регистрации, обработки, хранения, анализа, передачи, поиска и использования информации.

Эксплуатационный контроль и диагностика безопасности является важной задачей профилактики несчастных случаев, аварий и пожаров в электроустановках. Существующая система измерения электрических параметров весьма ограниченная, а аналитические методы их определения достаточно сложны и громоздки. Поэтому представляется перспективным переходить от способа измерения сопротивления растеканию, который лишь косвенно характеризует безопасность людей, находящихся на территории электроустановки, и не учитывает влияние многих факторов (например, величины тока замыкания, времени действия защиты и т.д.) к новому, получившему широкое применение за рубежом, методу измерения напряжений прикосновения и шага.

Технические средства электрической защиты. Основным видом защиты от поражения людей электрическим током при замыканиях на корпус является зануление, которое обладает рядом известных недостатков (длительное время срабатывания защиты (до 1 мин.), даже при условии его полного соответствия требованиям ПУЭ; ошибочное присоединение к корпусу оборудования не защитного, а фазного проводника; необходимость периодической проверки сопротивления петли фаза-нуль в эксплуатации; возможность выноса потенциала по зануляющим проводникам на другие объекты). Перечисленные недостатки привели к тому, что в ряде стран область применения зануления существенно ограничена, а, например, во Франции зануление бытовых электроустановок запрещено законодательством.

Несмотря на то, что в России в настоящее время создана необходимая нормативная база, регламентирующая применение устройств защитного отключения, отсутствие опытных данных об электрозащитной эффективности и эксплуатационной надежности этого вида защиты не позволяет должным образом преодолеть некоторый субъективный фактор, выражающийся в скептическом отношении ряда руководителей организаций, предприятий и некоторой части населения относительно использования УЗО. В этой связи следует признать своевременным принятые федеральными органами энергетического и пожарного надзора руководящие документы о проведении в России широкомасштабного эксперимента по применению УЗО на объектах жилищно-гражданского назначения.

Нормативно-правовое обеспечение предполагает разработку правовой основы, удовлетворяющей современным требованиям в области электробезопасной (в том числе и пожаробезопасной) эксплуатации производственных и бытовых установок.

Система сертификационных испытаний электроустановок позволяет проверить способность электроустановок обеспечить в течение срока эксплуатации безопасность для жизни и здоровья людей, защиту имущества от пожаров, вызванных опасными проявлениями электрического тока.

Лицензирование специальных видов деятельности в электроэнергетике предполагает введение дополнительных требований на получение разрешения для выполнения работ по проектированию, монтажу и обслуживанию устройств защитного отключения. Для осуществления этого вида деятельности требуются специальные знания.

Государственный надзор представляет систему контроля за соблюдением организациями и другими электропотребителями директивных и руководящих документов, направленных на создание безопасных условий эксплуатации электроустановок. Сюда следует отнести обязательное обследование состояния безопасности и выдачу предписаний о ликвидации нарушений требования соответствующих Правил. Если же эти нарушения могут привести к аварии, пожару или представлять иную опасность для человека, необходимо произвести отключение электроустановки. При расследовании причин поражения электрическим током и пожара должны быть привлечены соответственно Государственная инспекция труда (ГИТ) и Государственная противопожарная служба (ГПС). Методология управления безопасностью электроустановок должна обеспечивать возможность государственного регулирования органами ГЭН вопросов, связанных с электробезопасностью, которое должно носить разрешительный или предписывающий характер.

Следует также обратить внимание на организацию труда работников, в том числе соблюдение установленного режима труда и отдыха [6], что позволит сохранить внимательность и работоспособность работника на должном уровне и снизить риск возникновения электротравм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аношкин Д.В., Васильев А.В. Обеспечение безопасности труда в условиях металлургического производства с использованием автоматизированных систем. В сборнике: YOUNG ELPIT 2013 Международный инновационный форум молодых ученых: В рамках IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ELPIT 2013: сборник научных докладов. Научный редактор А.В. Васильев. 2014. С. 20-23.

2. Васильев А.В. Повышение безопасности жизнедеятельности информационно-программными методами. Автотракторное электрооборудование. 2004. № 11. С. 34-37.

3. Васильев А.В., Аношкин Д.В. Человеческий фактор как причина аварийности и травматизма на производстве и его анализ на основе

принципов системного подхода к обеспечению безопасности. Безопасность труда в промышленности. 2010. № 11. С. 22-25.

4. Васильев А.В., Вильч Н.В. Разработка мероприятий по снижению негативного воздействия на человека смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием метода "Дерево событий". В сборнике: ELPIT 2013 Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции), научный редактор А.В. Васильев. 2013. С. 91-94.

5. Васильев А.В., Аношкин Д.В., Терещенко И.О., Терещенко Ю.П. Использование автоматизированных систем для оценки и снижения воздействия негативных факторов на человека в условиях производственной среды. В сборнике: ELPIT 2013 Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции), научный редактор А.В. Васильев. 2013. С. 95-102.

6. Васильев А.В., Рябов В.М., Васильева Л.А. Эргономика и эстетика рабочего места оператора ЭВМ. Организация режима труда и отдыха. Учебное пособие. Тольятти, 1997.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

ECO-FRIENDLY HIGH-EFFICIENT COILED HEAT EXCHANGERS FOR THE COOLING SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL MACHINES

N.S. Chernov
Togliatti State University, Togliatti, Russia

The application of the new technologies and models of coiled heat exchangers with minimum quantity of soldered pipe joints id described.

ЭКОЛОГИЧНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ЗМЕЕВИКОВЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Н.С. Чернов
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

Рассматривается применение новых технологий и конструкций змеевиковых теплообменных аппаратов, в которых предусмотрено минимальное количество паянных трубных стыков, обеспечивающих снижение вредных токсичных выбросов при их изготовлении и повышение тепловой эффективности.

В современных гидроприводах технологического оборудования (гидравлические прессы, агрегатные станки, автоматические линии для металлообработки) наиболее распространены рекуперативные теплообменные аппараты (ТА), в которых одна сторона поверхности теплообмена омывается горячей средой – рабочей жидкостью(РЖ), а другая – холодной, охлаждающей жидкостью(ОЖ). От одной среды к другой теплота передается через разделяющую их стенку из теплопроводящего материала.

В технологическом оборудовании для выпуска автомобилей ВАЗ до настоящего времени использовались трубчатые ТА фирмы Vickers (Германия) серии OCW (семь типоразмеров), а также трубчатые ТА собственного изготовления.

Трубчатый ТА (в зависимости от типоразмера) содержит 24 или 32 гладких латунных трубок диаметром 10 или 12 мм припаянных к трубным доскам, т. е. включает 48 или 64 паяных стыков.

Расширение и обновление модельного ряда автомобилей ВАЗ и формирования выпуска собственного технологического оборудования (агрегатных станков, автоматических линий, зафланцовочных прессов и т.д.) для их изготовления, потребовало создания новых технологий и на их основе

высокоэффективных ТА различных конструкций взамен импортных. Конструкции ТА в каждом конкретном случае должны обеспечивать оптимальное сочетание тепловой эффективности, малые габариты и массы, повышение эффективности теплообмена, эксплуатационной надежности и ресурса работы, а также обеспечение снижения токсичных выбросов при их изготовлении. Создание совершенных конструкций ТА обуславливает поиск высокоэффективных поверхностей теплообмена путём применения оребрённых труб достаточно большой поверхностью теплообмена по сравнению с гладкими цилиндрическими трубами.

Повышение интенсивности теплообмена ТА может быть достигнуто путем увеличения площади теплообменных поверхностей, контактирующих с теплоносителями, за счет формирования макрорельефа, имеющего оптимальные геометрические параметры.

В настоящее время в промышленности применяют ряд способов интенсификации теплообмена. Например:

- конструирование шероховатых поверхностей и поверхностей сложной формы;
- использование турбулизирующих вставок в каналах;
- увеличение площадей поверхностей теплообмена путем оребрения и т.д.

Возможность и целесообразность применения того или иного способа интенсификации для конкретных условий определяются техническими возможностями и эффективностью этого способа.

Одним из наиболее широко используемых способов интенсификации теплообмена является оребрение наружной поверхности при условии направления в межтрубное пространство теплоносителя с низким значением коэффициента теплоотдачи. Оребрение наружной поверхности труб с использованием метода деформирующего резания (ДР) является перспективным способом интенсификации теплообмена и может быть востребован промышленностью для создания надежных и эффективных ТА для гидроприводов технологического оборудования.

Повышение интенсивности теплообмена ТА может быть достигнута путем увеличения площади теплообменных поверхностей, контактирующих с теплоносителями, за счет формирования макрорельефа, имеющего оптимальные геометрические параметры.

Повышение эффективности теплообмена ТА включает в себя следующие аспекты: совершенствование технологии изготовления теплообменной поверхности с использованием новых методов обработки, например, метода деформирующего резания (ДР) для оребрения теплообменных труб; увеличение компактности за счет применения змеевиковых теплообменных поверхностей (змеевики из оребренных труб); взаимосвязь геометрических параметров оребренной теплообменной поверхности с эксплуатационными характеристиками ТА и оптимизация конструкций теплообменных аппаратов.

Метод ДР (рис. 1) основанный на подрезании и отгибке слоев поверхностного слоя металла обрабатываемой детали, обеспечивает высокую

производительность и широкий диапазон получаемого макрорельефа. Метод реализуется при использовании обычного металлорежущего оборудования и является безотходным. В отличии от обычного резания целью обработки методом

деформирующего резания становится получение заданной формы, точности и качества не поверхности детали, а подрезанного слоя (по сути дела - стружки).

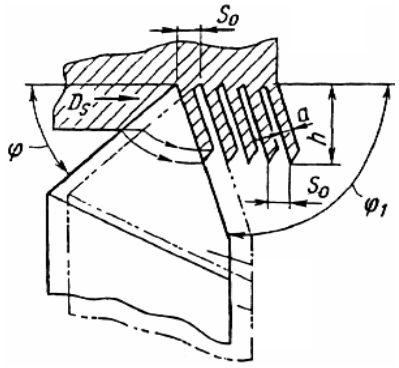


Рисунок 1. Схема формообразования оребренной поверхности теплообменной трубы

Инструмент для деформирующего резания имеет геометрические формы, исключающие разрушения припуска по линии проекции вспомогательной кромки. Подрезание материала поверхностного слоя осуществляется главной режущей кромкой, а последующая деформация подрезанного слоя - передней поверхностью инструмента. Вспомогательная кромка инструмента, на которой процесс резания невозможен, определяет окончательное положение подрезанного слоя на заготовке, т. е. наклон ребер. Подрезанные слои остаются на детали в виде ребер и определяют ее эксплуатационные характеристики. Параметрами оребрения влияющими на эксплуатационные характеристики теплообменного аппарата являются высота (**h**) и толщина (**a**) ребер, шаг ($\mathbf{S_o}$) оребрения и наклон ребер ($\boldsymbol{\varphi_1}$). Площадь поверхности после обработки методом деформирующего резания может быть увеличена до 14 раз.

Управление всеми геометрическими параметрами получаемого макрорельефа осуществляется путем выбора геометрических параметров инструмента и режимом деформирующего резания. Изменение шага оребрения осуществляется выбором величины подачи инструмента на один оборот заготовки $\mathbf{S_o}$, управление толщиной ребра (**a**) – выбором главного угла инструмента в плане $\boldsymbol{\varphi}$, наклоном ребер – выбором вспомогательного угла инструмента в плане $\boldsymbol{\varphi_1}$, высотой ребер **h** – выбором глубины резания **t** при выбранном ранее главном угле инструмента в плане $\boldsymbol{\varphi}$.

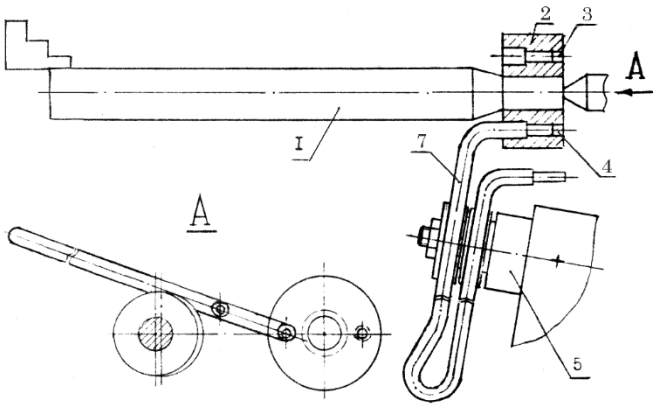
Оребрение труб производится на обычном токарно–винторезном станке с использованием специально заточенного инструмента и дополнительной

оснастки. Использование токарных станков позволяет легко перенастраиваться для получения различных типоразмеров на заготовках диаметром от 6 мм и более. Для длинномерных трубных заготовок их диаметр ограничен только размером отверстия шпинделя станка. Внутренний диаметр трубы после получения на ней рёбер методом деформирующего резания не изменяется. Наружный диаметр оребрённой трубы больше исходного диаметра трубной заготовки на величину, равную высоте полученных рёбер. Труба после обработки удлиняется не более чем на 1%. Чем пластичнее материал трубной заготовки, тем шире возможности метода деформирующего резания.

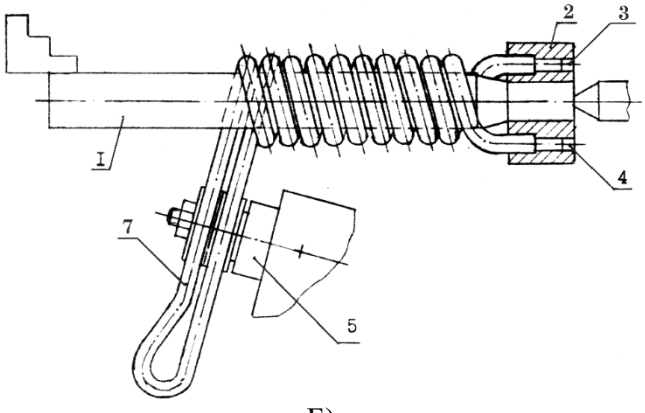
Производительность станка при оребрении зависит от шага оребрения и составляет 4 п/м оребрённой трубы в минуту при шаге оребрения 0,7 мм. Для теплообменных аппаратов использовано оребрение на длинномерных трубах диаметром 12, 16 и 20 мм и длиной 3 и 4 м, с регулированием шага оребрения от 0,4 до 2,5 мм при высоте оребрения до 3 мм.

При оптимизации элементов теплообменных аппаратов исследовалось оребрение, полученное с толщиной рёбер (**а**), равной ширине межреберного зазора, высотой ребер h = 2…3 мм при шаге оребрения S_o = 1,5..2,5 мм.

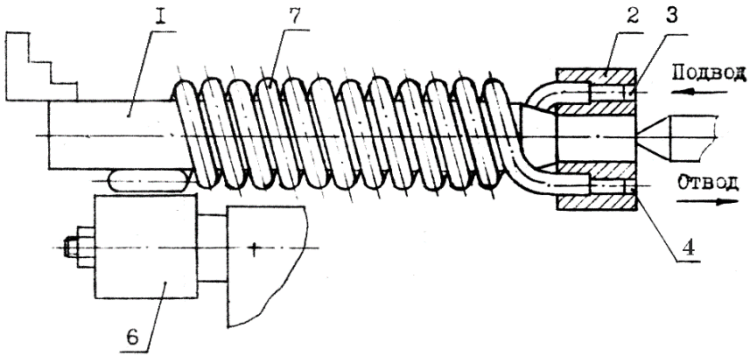
В результате проведенных экспериментов подтверждены теоретические предпосылки повышения эффективности теплообмена в системах охлаждения с теплообменными аппаратами, элементы которых изготовлены выше описанным способом.



А)



Б)



.

В)

Рисунок 2. Способ изготовления змеевиков из оребренных труб: а – закрепление концов оребренной трубы в отверстиях головки; б – одновременная навивка двух ветвей трубы; в – укладка петли после навивки змеевика; 1 – оправка; 2 – головка; 3 и 4 – отверстия; 5 – направляющий ролик; 6 – гладкий ролик; 7 – труба оребренная.

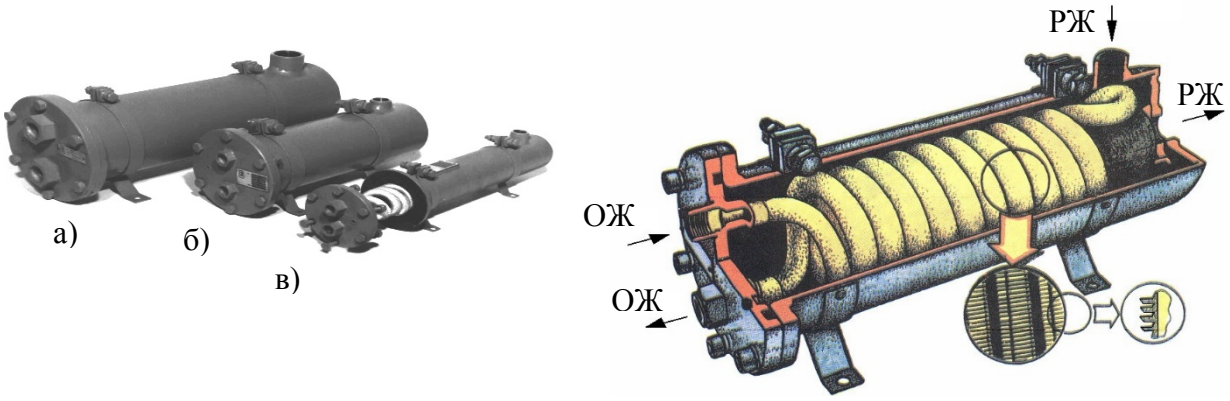


Рисунок 3. Теплообменные аппараты со змеевиковыми радиаторами из оребренных труб для гидросистем, систем смазки и охлаждения технологического оборудования: а – Ду40; б – Ду20; в –Ду15.

В процессе экспериментальных исследований установлено, что оребрение сформированное методом деформирующего резания на трубах, позволяет их гибку с радиусом изгиба меньшими, чем для гладкой трубы, поскольку часто расположенные ребра выполняют функцию элементов жесткости. Эта особенность позволяет навивать (рис. 2) малогабаритные змеевики любого размера, а на их основе разрабатывать малогабаритные эффективные конструкции теплообменных аппаратов. Изготовление змеевиков одновременной навивкой двух ветвей согнутой оребренной трубы (рис. 2, б) позволяет расширять область использования змеевиков в многоходовых, модульных теплообменных аппаратов с односторонним входом и выходом

охлаждающей среды, сократить габариты теплообменных аппаратов и упростить их монтаж.

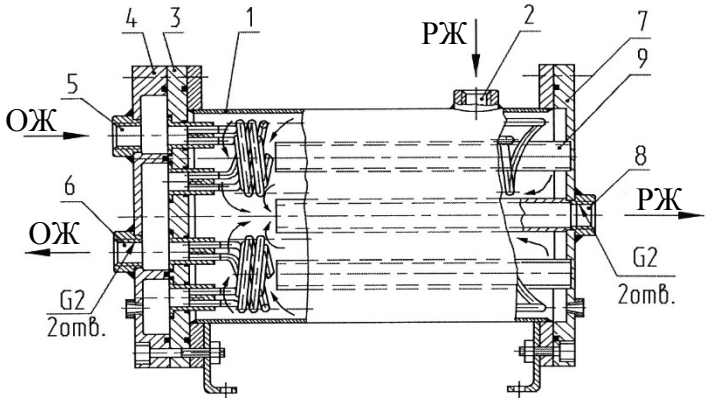


Рисунок 4. Теплообменный аппарат со змеевиковым радиатором из оребренных труб. ДУ50(4-х модульный):
1 – корпус; 2 и 8 – отверстия для подвода и отвода ОЖ; 4 – передний фланец; 5 и 6 - отверстия для подвода и отвода ОЖ; 7 – задний фланец; 9 – направляющие; 3-фланец корпуса.

Исследования по повышению эффективности теплообмена позволили установить, что змеевиковые теплообменные аппараты из оребренных труб имеют тепловую эффективность на 28…40 % выше чем аналогичные теплообменные аппараты выполненные из труб оребренных традиционными способами, (например, накаткой, проволочное оребрение и т. д.) при этом поверхность теплопередачи, отнесенные к одному погонному метру змеевика составляет 0,3…0,5 $м^2$/м, в то время как у теплообменных аппаратов общепринятого назначения эта величина находится в пределах 0,09…0,13 $м^2$/м. На рис. 3, 4, 5 представлены конструкции ТА и технические характеристики изготовленных с использованием выше описанного способа.

Отечественная промышленность такие теплообменные аппараты не производит. Теплообменные аппараты змеевикового типа из оребренных труб технологичны в изготовлении, эффективны в работе. В конструкциях ТА предусмотрено минимальное количество паянных трубных стыков, что обеспечивает снижение вредных токсичных выбросов при их изготовлении.

Промышленное внедрение змеевиковых теплообменных аппаратов позволило существенно повысить надежность и эффективность технологического оборудования для выпуска автомобилей ВАЗ и полностью отказаться от закупок подобных теплообменных аппаратов за рубежом, а также обеспечить защиту окружающей среды от вредных промышленных выбросов. Разработка, исследование и внедрение направлены на импортозамещение ТА.

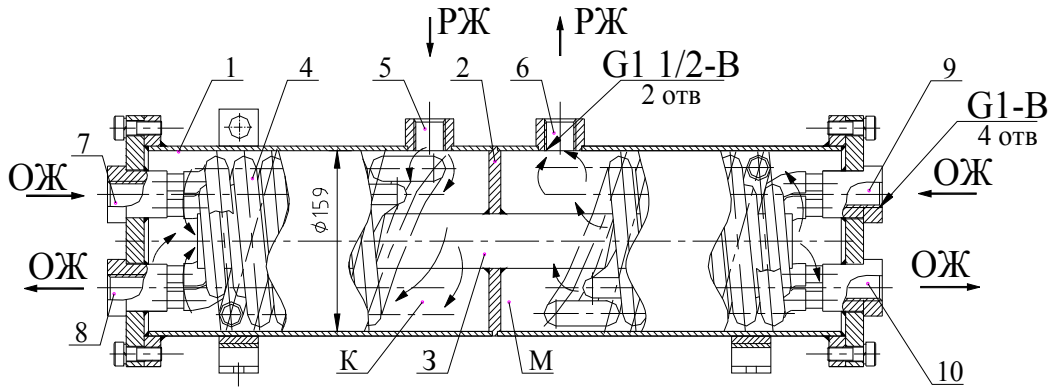


Схема одностороннего подвода-отвода охлаждающей жидкости (ОЖ)

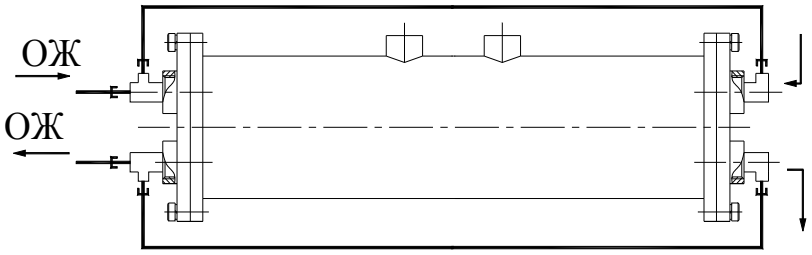


Рисунок 5. Теплообменный аппарат со змеевиковым радиатором из оребренных труб. Ду40 (2-х модульный)

1 – корпус; 2 – перегородка; 3 – труба; 4 – радиатор; 5 – отверстие для подвода РЖ в полость К; 6 – отверстие для отвода РЖ из полости М; 7 и 8 – отверстия для подвода и отвода ОЖ; 9 и 10 – отверстия для подвода и отвода ОЖ; К и М – полости.

Таблица 1

Технические характеристики теплообменных аппаратов

Параметры			Типы				
			68.17.064 (Ду15)	68.17.065 (Ду20)	68.17.066 (Ду40)	68.17.067 (Ду50)	68.17.068 (Ду40)
.	Поверхность теплопередачи, м^2		0,35	0,45	1,0	4,4	2,2
.	Расход, л/мин:	РЖ	25	50	150	300	150
		ОЖ	12,5	25	60	200	60
.	Рабочее давл., МПа	РЖ	1,6			1,0	1,6
		ОЖ	1,0			0,6	1,0
.	Рабочая темп., °С	РЖ	+55…+90				
		ОЖ	+15…+25				
.	Масса, кг		7,5	13	28	108	54

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернов Н.С. Модульный теплообменник для гидросистем технологического оборудования под новые модели автомобилей ВАЗ. Перспективы развития автомобильного транспорта. Материалы всероссийской научно-технической конференции. Тольятти, 2000.

2. Зубков Н.Н. Особенности реализации метода деформирующего резания. Технология машиностроения. -2001. №1.

3. Керн Д., Краус А. Развитые поверхности теплообмена. – М., Энергия, 1977.

4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1970.

5. Чернов Н.С. Исследование и экономическая оценка эффективности змеевиковых теплообменных аппаратов из оребренных труб. Материалы всероссийской научно-технической конференции. Технический ВУЗ – наука, образование и производство в регионе. Часть I. Тольятти., – 2001.

6. Патент РФ 2087236. Способ изготовления змеевиков из оребренных труб. Чернов Н.С., Качалов В.А., Зубков Н.Н., Овчинников А.И. Б.И.-1994.-№23.

7. Патент РФ 2176061. Теплообменник. Чернов Н.С., Мурановский В.П. Б.И.-2001.-№32.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR FLOUR-GRINDING PRODUCTION AND BAKING ENTERPRISES

O.G. Chudakova, A.V. Zhelovitskaya
Kazan National Research Technical University named after AN Tupolev-KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russia

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МУКОМОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О.Г. Чудакова, А.В. Желовицкая
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

Пыль–это мелкая сухая частица, находящаяся какое-то время в воздухе.

Пыль может быть везде, в воздухе, помещении транспорте и д.т. Воздух всех помещений в какой-то степени загрязнен пылью. Даже чистые, не запыленные комнаты, хоть и в малых количествах содержат пыль. Если же ее нельзя увидеть вооруженным глазом, то в проходящем солнечном луче можно заметить. Домашняя пыль имеет несколько источников происхождения: собственный продукт распада самого человека; пыль попадает с улицы в дом; ее создают домашние животные и даже износ мебели и белья [1-5].

В домашней пыли живут клещи, о которых люди даже не задумывались. Эти же самые клещи питаются омертвевшими клетками кожи человека, которые остаются на постельном белье, подушках и в матрацах.

Пыль действительно опасна. Она может вызвать кашель, слезы, приступы, удушья. В пыли содержится плесень, особенно в ванных комнатах, где много влаги, и в домашних растениях.

Клещи и плесень являются главными компонентами пыли. Они буду всегда, как бы часто не делалась уборка.

По дисперсности различают пыль: видимую, микроскопическую, ультрамикроскопическая.

Наибольшее значение свойств промышленной пыли имеет: дисперсность, растворимость, химический состав, форма пылинок, радиоактивность, взрывоопасность.

Пылеобразование происходит при шлифовке, фасовке, упаковке, погрузо-разгрузочных операциях и т.д. Почти на каждом крупном предприятии

существует проблема запыленности [6]. Запыленность производственных помещений может быть частицами видимыми и невидимыми.

Химический состав пыли может оказывать на организм раздражающее или аллергическое действие. Минеральный состав пыли имеет первоначальное значение для развития пылевых заболеваний, это пылевой бронхит и др. [7-9]

Предотвращению запыленности воздуха способствуют: замена сухих процессов на мокрые, герметизация оборудования, транспортировка.

В местах возможного выделения пыли, у источников ее образования или у мест выделения применяются меры пылеподавления [10]. Наиболее распространенным мероприятием этого типа является водяное орошение, т.е. пыль смачивается, за счет чего утяжеляются, слипаются пылинки и быстро оседают.

Иногда применяют водяной пар, который также смачивает пылинки, способствуя быстрому их осаждению. Водяной пар хорошо смачивает взвешенную пыль, но гораздо меньше увлажняет сам пылящий материал. Если учитывать, что насыщение воздуха рабочих помещений водяными парами является небезразличным для людей и может стать дополнительным неблагоприятным фактором, применение этого способа можно рекомендовать лишь для пылеподавления в закрытых емкостях (аппаратах, коммуникациях и т. п.) с отсосом пыле - паровоздушной смеси из этих емкостей. В случаях, когда проведение мероприятий по снижению концентрации пыли не приводит к уменьшению пыли на предприятии до допустимых пределов, необходимо применять индивидуальные средства защиты. К ним относятся, например, специальная противопылевая одежда, защитные очки, маски.

Пылеуловители — это устройства, действие которых основано на использовании для осаждения частиц пыли сил тяжести или инерционных сил, отделяющих пыль от воздушного потока при изменении скорости (в пылеосадочных камерах) и направления его движения (одиночные и батарейные циклоны, инерционные и ротационные пылеуловители). Циклоны устройства для отделения твердых частиц от газа. Фильтры — это устройства, в которых запыленный воздух пропускается через пористые, сетчатые материалы, а также через конструкции, способные задерживать или осаждать пыль.

Научной новизной работы является модернизация схемы очистки воздуха от мукомольной пыли ООО «АЗ хлебозавод». Данная очистка является профилактикой от таких заболеваний рабочих как бронхит, воспаление легких, дополнительно уменьшается пожарная опасность в пекарных цехах.

Схемы производственных потоков данного предприятия можно разбить на две группы: прямолинейные и тупиковые. Прямолинейные схемы предусматривают прямолинейный поток, определяемый типом печей с посадкой с одной стороны и выгрузкой с другой (ПХС-25М). Тупиковые схемы характеризуются возвратным потоком (ХПА-40). У печей данной системы посадка заготовок и выгрузка изделий происходит, с одной стороны [11].

Воздух от загрязняющих веществ очищается разными видами аппаратов, например пылеуловителем и циклоном. Основой этих аппаратов явились седиментационный и фильтрационные процессы [12].

В качестве очистки от пыли предложен фильтр-циклон. Фильтр-циклон внедряемый в очистку воздуха для более эффективной очистки предлагается поставить непосредственно около вентиляционной системы как показано на рис.1.

С учетом производства связанного с мукой, которая постоянно присутствует в воздухе рабочей зоны и складов, при проектировании необходимо учитывать максимальную допустимую нагрузку на фильтрующий материал. При проектировании фильтр – циклона для небольшой пекарни (мини-пекарни) или небольшого хлебозавода обязательно аппарат должен иметь минимальные габариты и легкость в подключении электроэнергии и монтаже.

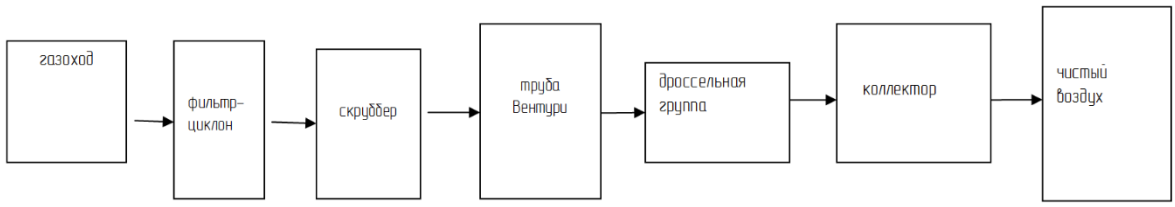


Рисунок 1. Общая схема очистки воздуха рабочей зоны хлебопекарного производства

Саморегенерирующий фильтр-циклон относится к сухому методу очистки являющийся наиболее оптимальным для данного вида производства. Осуществленный расчет такого аппарата показывает его высокую производительность для мукомольного цеха, а также экономичность и самоокупаемость.

Необходимым требованием предъявляемым к аппарату наличие фильтрующего материала внутри и форму циклона для удаления пыли под действием силы тяжести. Проведенный эксперимент по определению размеров мучной пыли с рабочего цеха предприятия ООО «АЗ хлебозавод», показал что размеры частиц пыли лежат в интервале от 31,1 до 31,9 мкм. (расчет произведен по зависимости массы осевшего осадка от времени.

Для определения размеров дисперсных частиц используют центрифуги. Сосуд с дисперсной системой (суспензией) помещают в центрифугу, чтобы заменить ускорение силы тяжести g центробежным ускорением $g^* = \omega^2 y$ (ω - угловая частота вращения центрифуги; y – расстояние от частицы до оси вращения). В современных ультрацентрифугах ускорение g* достигает очень больших значений (вплоть до 10^6 g). При таких больших ускорениях седиментационное равновесие резко смещается в сторону частиц малых размеров.

В работе использовались приборы и реактивы: аналитические весы, пипетка на 5мл, дистиллированная вода и четыре навески мучной пыли, для определения размера частиц, использовалась центрифуга «317А» с регулируемой скоростью для осаждения взвешенных частиц при разном числе оборотов.

Таким образом, разобрана схема очистки воздуха, проведена экспериментальная часть и определен размер частиц пыли. Выявлено, что лучшим пылеуловителем для хлебопекарного производства будет саморегенерирующийся фильтр-циклон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чистяков Я.В., Епархин О.М., Володин Н.И. Мелкодисперсная пыль - техногенная угроза биосфере// История и перспективы развития транспорта на севере России. 2014. № 1. С. 155-158.
2. Лаврентьева Н.Е., Вакурова Н.В., Азовскова Т.А.Пыль производственной среды, как фактор риска развития профессиональной патологии респираторной системы// Терапевт. 2014. № 5. С. 30-32.
3. Щербатов А.Ф., Рапута В.Ф., Турбинский В.В., Ярославцева Т.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха пылью по данным снегосъёмки на основе реконструкции полей выпадений// Анализ риска здоровью. 2014. № 2. С. 42-47.
4. Азаров В.Н., Маринин Н.А., Барикаева Н.С., Лопатина Т.Н. О загрязнении мелкодисперсной пылью воздушной среды городских территорий// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 1. С. 30-34.
5. Стреляева А.Б., Барикаева Н.С., Калюжина Е.А., Николенко Д.А. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью// Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 3 (34). С. 11.
6. Чудакова О.Г., Чижевский А.А., Лавриненко О.В. Способ для измерения показателя загрязненности воздуха цеха от мучной пыли в хлебопекарном производстве и прибор контроля// Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 296-298.
7. Чомаева М.Н. Промышленная пыль и здоровье человека// Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2014. Т. 3. № 8. С. 37-40.
8. Чомаева М.Н.Промышленная пыль как вредный производственный фактор// Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2015. № 2-1 (10). С. 119-122.
9. Чудакова О.Г., Желовицкая А.В., Тунакова Ю.А.Изучение количественного и качественного состава выделений при выпекании хлебобулочных изделий на неподвижной полиметилсилоксановой фазе// Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 11. С. 222-224.

10. Татаров Л.Г. Физическая модель загрязнения помещения пылью// Международный научный журнал. 2011. № 3. С. 63-66.

11. Тепикина Л.А., Сафиулин А.А., Шипулина З.В., Волохова Л.Т., Карякина А.Б., Львова Л.С., Лебедева Н.В. Загрязнение атмосферного воздуха мучной пылью в районе размещения предприятий хлебопекарной и макаронной промышленности// Гигиена и санитария. 2010. № 5. С. 22-24.

12. Батлук В.А., Параняк Н.М., Сукач Р.Ю. Один из путей решения проблемы устранения промышленной опасности создаваемой мелкодисперсной пылью// Наука в центральной России. 2013. Т. 2. № 2S. С. 61-67.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

INFLUENCE OF WIDTH OF ZONE OF TURBULENT COMBUSTION ON CONCENTRATIONS OF UNBURNED HYDROCARBONS

A. P. Shaykin, P. V. Ivashin, N.A. Durmanova, I. R. Galiev
Togliatti State University, Togliatti, Russia

Effect of the width of turbulent combustion on concentration of unburnt hydrocarbons is experimentally observed. The possibility of using the proposed complex F to assess the concentration of unburnt hydrocarbons when designing the internal combustion engine is shown.

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ЗОНЫ ТУРБУЛЕНТНОГО ГОРЕНИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ НЕСГОРЕВШИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

А.П. Шайкин, П.В. Ивашин, Н.А. Дурманова, И.Р. Галиев
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

Экспериментально выявлено влияние ширины зоны турбулентного горения на концентрацию несгоревших углеводородов. Показана возможность использования предложенного комплекса *Ф* для оценки концентрации несгоревших углеводородов при проектировании и доводке ДВС.

В настоящее время на долю автомобилей приходится больше половины всех вредных выбросов в окружающую среду, что делает их главными источниками загрязнения атмосферы в крупных городах. Выявлено, что именно несгоревшие углеводороды (CH), являющиеся канцерогенами, способствуют возникновению и развитию у человека респираторных и онкологических заболеваний. В связи с этим, каждый год, законодательно ужесточаются требования к концентрации CH в отработавших газах (ОГ) автомобилей. Данные меры стимулируют производителей автомобильных двигателей улучшать экологические характеристики двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Так как изменение конструкции ДВС дорого, трудоемко и не всегда приводит к нужным результатам по эмиссии CH, то все больше производителей обращают внимание на методы совершенствования процесса сгорания топлива, например использование химических активаторов горения. Однако чтобы успешно применять эти методы необходимо знать влияние характеристик пламени (скорости и ширины) на эмиссию CH [1].

Целью работы являлось изучить влияние ширины зоны турбулентного горения (ЗТГ) на концентрацию CH. Поскольку, до сих пор нет полного

понимания о связи СН с шириной ЗТГ. Кроме этого, анализ современных методов расчета СН в ОГ поршневых двигателей, в которых не учитывается ширина ЗТГ, выявил сильное (более 50%) несоответствие между расчетными и экспериментальными значениями. Поэтому методы расчета концентрации СН требуют серьезной доработки, что является необходимым условием для дальнейшего улучшения экологических показателей поршневых ДВС.

Экспериментальная установка и методика проведения испытаний представлены в [2]. Для изменения ширины ЗТГ при постоянном составе топливовоздушной смеси (ТВС) в бензин добавлялся водород в количестве gH=3 и 5%. Влияние ширины ЗТГ (δЗТГ) на концентрацию СН (ССН) представлено на рисунке 1.

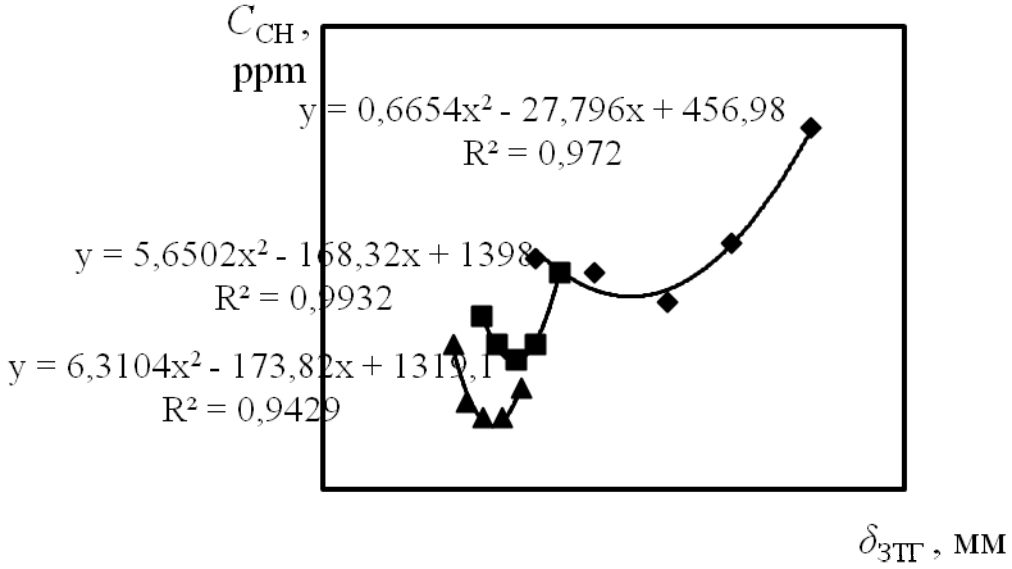


Рисунок 1 – Зависимость концентрации СН от ширины ЗТГ:
♦ – gH=0%; ■ – gH=3%; ▲ – gH=5%

Анализ полученных результатов проведем, рассматривая представленные характеристики от границ бедных составов ТВС к богатым. Сначала при уменьшении ширины зоны химических реакций (ЗХР) происходит уменьшение СН. На этом участке с уменьшением коэффициента избытка воздуха от α=1,4 до 1,2 увеличение скорости химических реакций горения происходит более быстрыми темпами, чем сокращение ЗХР. При дальнейшем снижении α картина меняется, и уменьшение ЗХР происходит быстрее, чем увеличивается скорость протекания химических реакций горения. В итоге в ОГ возрастает концентрация СН. Стоит также отметить, что представленные результаты показали снижение концентрации СН с увеличением количества добавляемого водорода во всем диапазоне исследуемых составов ТВС. Данный эффект объясняется активацией горения и снижением доли углерода в ТВС при добавке водорода.

Обобщение результатов исследования позволило получить комплекс параметров Ф, определяющий концентрацию СН в виде:

$$\Phi = C_{CH\,б} \cdot \left(\frac{\delta_б}{\delta_{б+в}} \right)^r , \qquad (1)$$

где ССН б и δб – концентрация СН и ширина ЗТГ при сгорании бензовоздушной смеси; δб+в – ширина ЗТГ при сгорании бензоводородовоздушной смеси; r – показатель степени, учитывающий массовое отношение долей водорода и углерода в ТВС.

На рисунке 2 представлена графическая зависимость параметра Ф при сгорании бензовоздушной смеси и с добавками водорода в ТВС. Прерывистой линией показана осредненная кривая между результатами расчета по предложенной формуле. Отклонение результатов расчета от средней линии не превышает 5%.

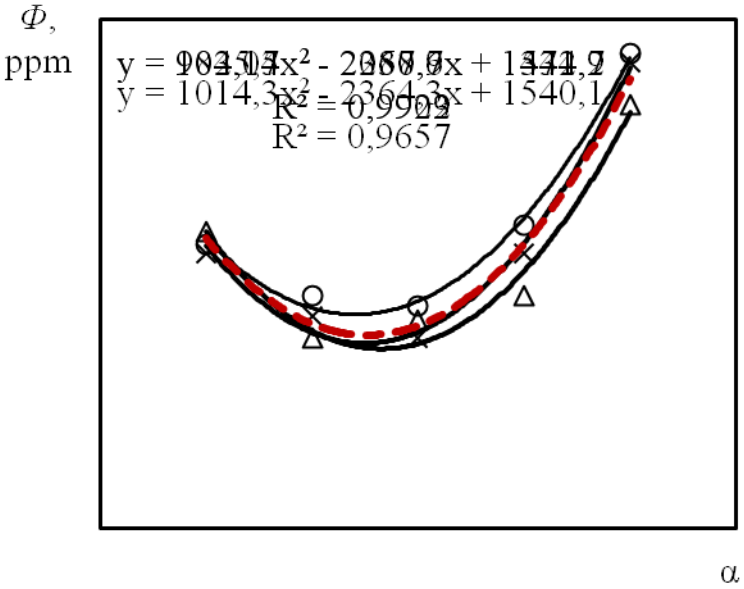


Рисунок 2 – Зависимость параметра Ф, определяющего связь СН, с составом смеси: ○ – бензовоздушная смесь; добавка водорода, %: 3 – x, 5 – Δ

Так как показатель степени в формуле определения Ф приблизительно равен 0,5. Следовательно, при введении конструктивных мероприятий, позволяющих уменьшить ширину ЗТГ, концентрация СН в ОГ снизится пропорционально корню квадратному из отношения ширины ЗТГ с мероприятиями по ее сокращению к ширине ЗТГ в конструкции прототипа. Оценка ширины ЗТГ для проектируемого двигателя и прототипа может быть получена расчетным путем при определении времени завершения сгорания основной фазы по методу И.И. Вибе.

Таким образом, проведенные эксперименты позволяют сделать вывод о влиянии ширины ЗТГ на концентрацию СН и возможности использования

предложенного комплекса Ф для оценки концентрации СН при проектировании и доводке ДВС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шайкин А.П., Ивашин П.В., Галиев И.Р. Характеристики распространения пламени и их влияние на концентрацию несгоревших углеводородов при добавке водорода в топливно-воздушную смесь энергетических установок с искровым зажиганием: монография. – Самара, издательство Самарского научного центра РАН, 2014. – 203 с.

2. Дурманова Н.А. Влияние особенностей ширины зоны турбулентного горения на концентрацию несгоревших углеводородов в ОГ поршневых двигателей с искровым зажиганием. – маг. дисс., 2015. – 79 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

ESTIMATION OF CHARACTERISTIC OF OPERATION OF GAZ ENGINE DURING HYDROGEN ADDING INTO METHANE-AIR MIXTURE

A. P. Shaykin, P. V. Ivashin, D.A. Pavlov, N.A. Durmanova
Togliatti State University, Togliatti, Russia

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ДОБАВКЕ ВОДОРОДА В МЕТАНОВОЗДУШНУЮ СМЕСЬ

А.П. Шайкин, П.В. Ивашин, Д.А. Павлов, Н.А. Дурманова
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

Применение природного газа в качестве топлива в поршневых двигателях внутреннего сгорания обсуждается, начиная с довоенного и послевоенного периода. Но более активно его стали решать, начиная с 70-х годов прошлого века

Наибольшее распространение в настоящие время получили бензиновые двигатели, конвертируемые для работы на сжатом природном газе (СПГ) с добавлением в них к штатной системе питания, газовой топливоподающей аппаратуры. Применение и перевод на питание природным газом (ПГ) поршневых ДВС является весьма перспективной и практически важной задачей. Считается общепринятым, что использование ПГ в качестве моторного топлива влияет на улучшение практически всех показателей двигателя.

Природный газ по своим свойствам более квалифицированное моторное топливо, чем бензин, применение которого в специально сконструированных автомобильных газовых двигателях обеспечит рост степени сжатия в пределах 10 - 14, повышение мощности на 25 -30% и к. п. д. до 38 - 40%. Так же одновременно увеличивается срок службы двигателя в 1,5 раза и уменьшается срок смены масла [1].

Большим достоинством газовых двигателей является невысокий выброс *CO* (особенно при работе на СПГ, в составе которого относительно много водорода) и низкая токсичность (малые выбросы *NOx* и *CO*, хотя выбросы *CH* близки по значениям данного показателя в бензиновом двигателе) [1].

Опыт перевода газотурбинных авиационных двигателей для работы на ПГ в составе газоперекачивающих установок [2,3] показал, что простая замена

авиационного керосина на ПГ приводит к заметному снижению полноты сгорания и увеличению концентрации несгоревших углеводородов (*CH*) в продуктах сгорания. Для достижения заявленных параметров по эффективности сгорания и токсичности отработавших газов (ОГ) была разработана новая конструкция фронтового устройства и оптимизировано распределение воздуха по длине камеры сгорания.

Не менее серьезные затруднения могут возникнуть при создании поршневого двигателя внутреннего сгорания, использующего в качестве топлива СПГ. Следовательно перевод (конвертирование) конкретного типа двигателя для работы на ПГ не устраняет необходимости выполнения доводочных работ, которые могут быть связаны со значительными затратами времени и средств, включая конструктивные и технологические изменения. При этом ограничения, накладываемые на конструктора в силу различного рода причин (технологических, стоимостных, временных и т.д.) при конвертировании двигателя, могут приводить к реализации не оптимальных решений, не позволяющих достигнуть практически возможные результаты.

Нежелательность внесения конструктивных и технологических изменений, требует применения не стандартных методов для достижения цели. Одним из возможных методов является использование активизирующих добавок в топливовоздушную смесь (ТВС) которые, как известно, могут значительно влиять на рабочий процесс, приводя к его интенсификации, а, следовательно, повышению удельных показателей и снижению токсичности.

Современных данных по сравнению бензинового двигателя с двигателем, работающим на сжатом природном газе, оптимизированном из бензинового или дизельного, очень мало.

Поэтому в данной статье проводится анализ и сравнение экспериментальных данных взятых из зарубежной статьи [4] с данными теплового расчета и обработке экспериментальных данных, полученных при испытании двигателя КамАЗ-820.53-260 с искровым зажиганием, работающим на сжатом природном газе с добавкой водорода.

Характеристики двигателя исследовались при частоте оборотов коленчатого вала n = 3900 об/мин, полностью открытой дроссельной заслонке, что соответствует режиму максимального крутящего момента, при различных коэффициентах состава смеси $\alpha=\lambda$ и различных углах опережения зажигания, при работе двигателя на бензине и на сжатом природном газе.

Исходные данные для расчета были взяты с учетом параметров двигателя представленного в статье:

число цилинров i = 4, степень сжатия $\varepsilon = 10{,}5$, $S/D > 1$

Расчеты проводились по методу Гриневецкого-Мазинга [5].

Для проведения теплового расчета были приняты следующие основные режимы работы двигателя работающего на бензине и природном газе:

1. $n_{min} = 900$ мин $^{-1}$ – режим минимальной частоты вращения, обеспечивающий устойчивую работу двигателя;

2. $n_M = 3900$ мин $^{-1}$ – режим максимального крутящего момента;

3. n_N = 5500 мин $^{-1}$ – режим номинальной мощности;

4. n_{max} = 6000 мин $^{-1}$ – режим максимальной скорости движения автомобиля.

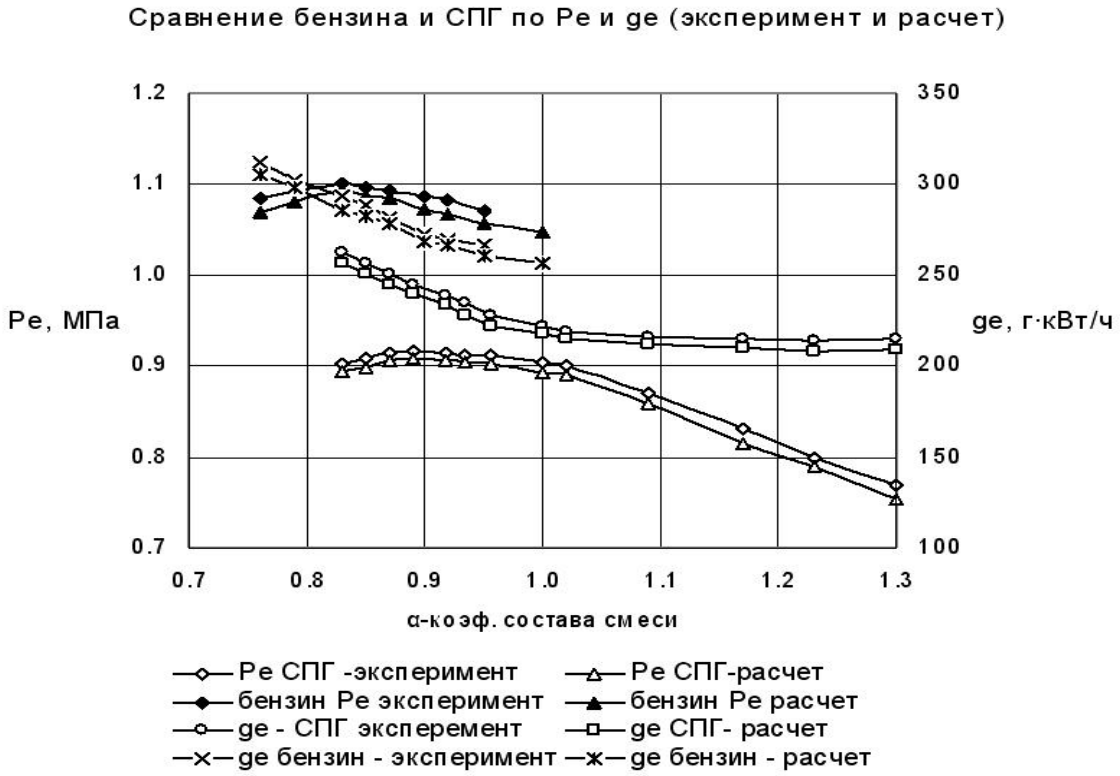


Рисунок 1 - Сравнение результатов эксперимента [4] и расчетных данных для бензина и СПГ (сжатого природного газа)
Примечание: все единицы измерения данных взятых из статьи были переведены в единицы измерения принятые в Российских печатных изданиях, (т.е. бар в МПа)

На рисунке 1 представлено сравнение результатов эксперимента и расчетных данных для бензина и природного газа по удельному расходу топлива и эффективному давлению. По полученным результатам расчета видно что, они близки к данным, полученным при эксперименте. На этом рисунке показано влияние коэффициента состава смеси α на среднее эффективное давление и удельный расход топлива при работе на бензине и на сжатом природном газе при режиме работы двигателя соответствующем максимальному крутящему моменту n_M = 3900 мин $^{-1}$. Работа двигателя на бензине была ограничена богатыми смесями для избежания чрезмерно высокой температуры отработанных газов при полностью открытой дроссельной заслонке. Для богатых смесей в обоих случаях характерно сравнительно ровное распределение эффективного давления и тенденция к снижению удельного расхода топлива с увеличением α (хотя при работе на сжатом природном газе максимальное эффективное давление получено при α = 0,95).

На рисунке 1 показано что двигатель, работающий на сжатом природном газе, может работать при полностью открытой дроссельной заслонке, при стехиометрическом составе смеси (т.е. при α = 1) и в диапазоне бедных смесей, причем удельный расход топлива почти неизменно минимальный.

На рисунке 2 представлено сравнение результатов эксперимента и расчетных данных

по изменению давления в цилиндре от угла поворота коленчатого вала.

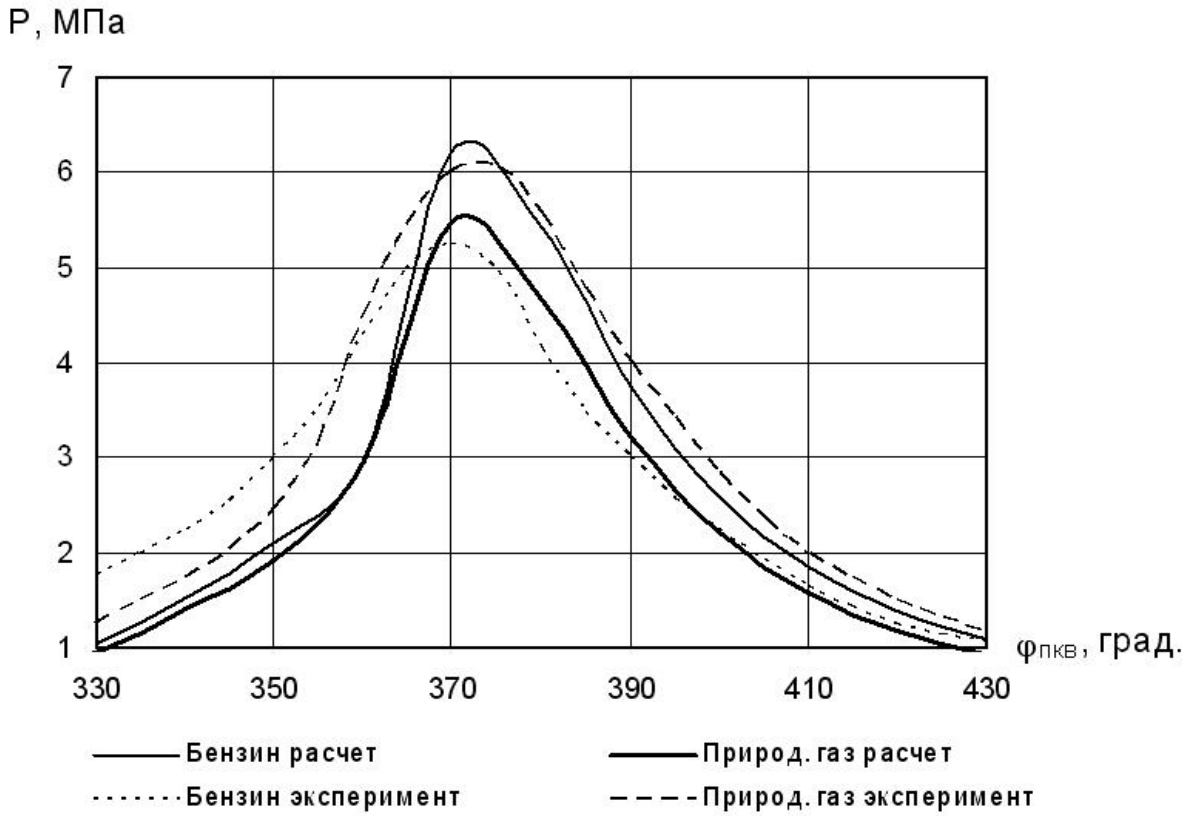


Рисунок 2 - Сравнение результатов эксперимента [4] и расчетных данных по изменению давления в цилиндре от угла поворота коленчатого вала

Из рисунка 2 видно, что экспериментальные данные по изменению давления от угла поворота коленчатого вала не совпадают с данными, полученными при расчете. При расчете получено что, $P_{БЕНЗИН} > P_{СПГ}$, что соответствует данным по среднему эффективному давлению, представленным на рисунке 1, где $Pe_{БЕНЗИН} > Pe_{СПГ}$ (как для расчета так и для эксперимента), а по данным представленным в статье зарубежными авторами по изменению давления в цилиндре от угла поворота $P_{БЕНЗИН}$ меньше $P_{СПГ}$ противоречит $Pe_{БЕНЗИН} > Pe_{СПГ}$.

Исходя из вышесказанного, можно сказать, что результаты эксперимента по изменению давления от угла поворота коленчатого вала представленные в статье зарубежными авторами, ошибочны, так как давление в цилиндре двигателя при его работе на сжатом природном газе ниже, чем при его работе на бензине [1].

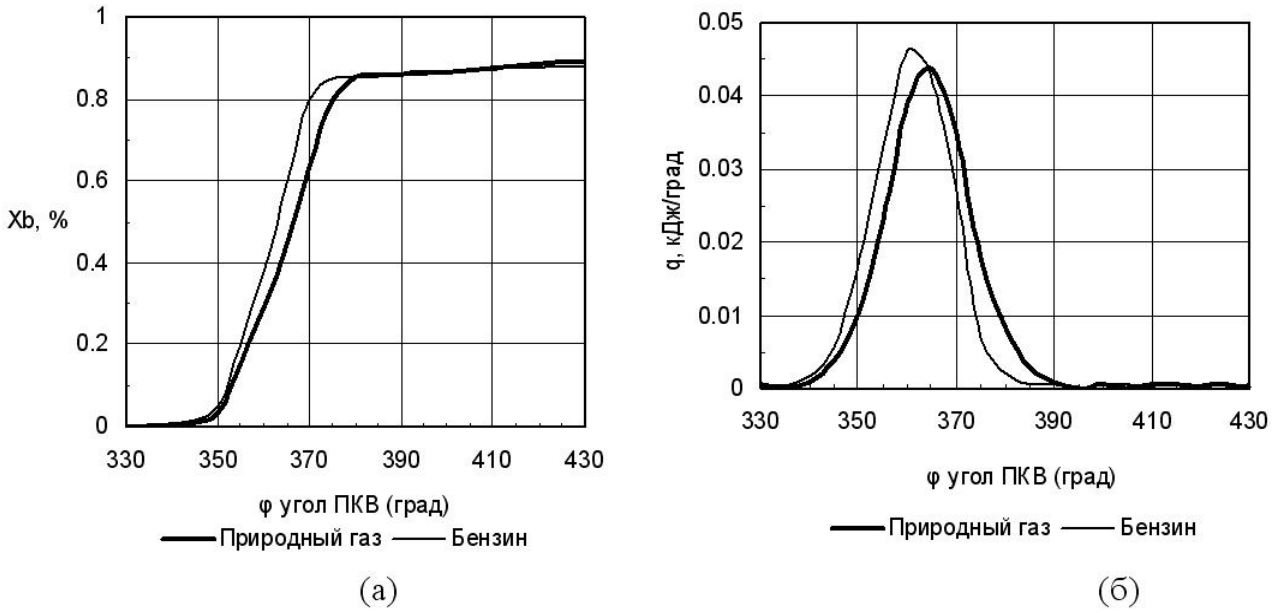


Рисунок 3 - Масса сгоревшей фракции (а) и уровень тепловыделения (б) при работе на бензине и на СПГ при α соответствующем минимальному времени сгорания при максимальном крутящем моменте [4]

На рисунке 3 приводится сравнение распределения массы сгоревшей фракции X_b (рис. 3 а) и уровня тепловыделения (рис. 3 б) по отношению к углу поворота коленчатого вала для двигателя, работающего на двух разных видах топлива при значениях α соответствующих максимальному уровню сгорания, т.е. α = 0,82 для бензина и α = 0,94 для сжатого природного газа (опережение зажигания выставлено таким образом, чтобы получить максимальный крутящий момент). Так же по рисунку 3 можно сказать, что концентрация оксидов азота в отработавших газах будет $C\ NO_{x\ бензин} > C\ NO_{x\ природ.\ газ}$ по данным источников [6,7]. Результаты экспериментальных данных по изменению давления в цилиндре представленные на рисунке 2 противоречат экспериментальным данным, представленным на рис 3б (взятым также из [4]). Из (рис. 3б) видно что, уровень тепловыделения при работе двигателя на бензине выше, чем при работе его на СПГ и давление также в этом случае должно быть при работе на бензине выше, соответственно. Также из (рис. 3а) по распределению массы сгоревшей фракции X_b можно сделать вывод о том, что средняя скорость распространения пламени СПГ ниже примерно в 1,2 раза по сравнению с бензином.

Одним из основных способов, позволяющих улучшить экологические и экономические показатели двигателя, являются воздействие на рабочий процесс и применение альтернативных топлив. Известны два способа воздействия на рабочий процесс с помощью изменений конструкции камеры сгорания или физико-химических свойств ТВС. Эти изменения связаны с введением в ТВС активизирующих добавок [8,9] в малых количествах (т.е. не приводящих к значительным изменениям теплофизических характеристик

топлива). В качестве таких добавок используется главным образом водород [10-13], хотя могут быть использованы и другие углеводородные газы, например метан, пропан и т.п. [11]. Водород, применяемый в качестве добавки к топливу, в необходимых количествах может храниться либо производиться на борту автомобиля, например в гидридных аккумуляторах [10,15], электролизерах или в баллонах [14]. Поэтому проблема хранения на автомобиле, не является основной, как в случае использования водорода как основного топлива. Не требуется также значительных изменений в конструкции двигателя. В этом направлении проведено множество исследований [14,16], подтвердивших перспективность данного метода.

В направлении малых добавок водорода в бензовоздушные смеси известны работы А.И. Мищенко, Г.Н. Злотина, Н.А. Иващенко, В.Н. Луканина, А.П. Шайкина, М.М. Русакова, Л.Н. Бортникова, W.A. Daniel, J.B. Heywood и другие.

Показано, что добавка водорода вносит свои особенности в процесс сгорания: значительно расширяет пределы устойчивого горения, уменьшает задержку воспламенения (первую фазу), увеличивает скорость распространения пламени, снижает токсичность ОГ по несгоревшим углеводородам, изменяет токсичность по оксиду азота. Следует отметить, что увеличение количества добавляемого водорода более (6 - 8 %) по массе топлива снижает его эффективность как активизирующей добавки. Происходит как бы замещение одного топлива другим. Эксперименты, как правило, проводились при изменении параметров ТВС на входе и определение характеристик работы двигателя на выходе, крутящий момент, токсичность и т.п. Каким образом изменялись параметры процесса сгорания – скорость распространения пламени, длительность сгорания и его отдельных фаз практически не рассматривались. Не определены закономерности, связывающие токсичность ОГ и экономичность работы двигателя со скоростями распространения пламени.

Современные исследования по образованию токсичных компонентов в ОГ показали существование зависимостей их концентрации со средними скоростями сгорания.

Создание двигателей использующих в качестве топлива смеси СПГ и воздуха с малыми добавками водорода требует знания не только качественного, но и количественного воздействия на основные параметры процесса сгорания и, особенно на скорость распространения пламени при изменении свойств ТВС за счет добавки водорода.

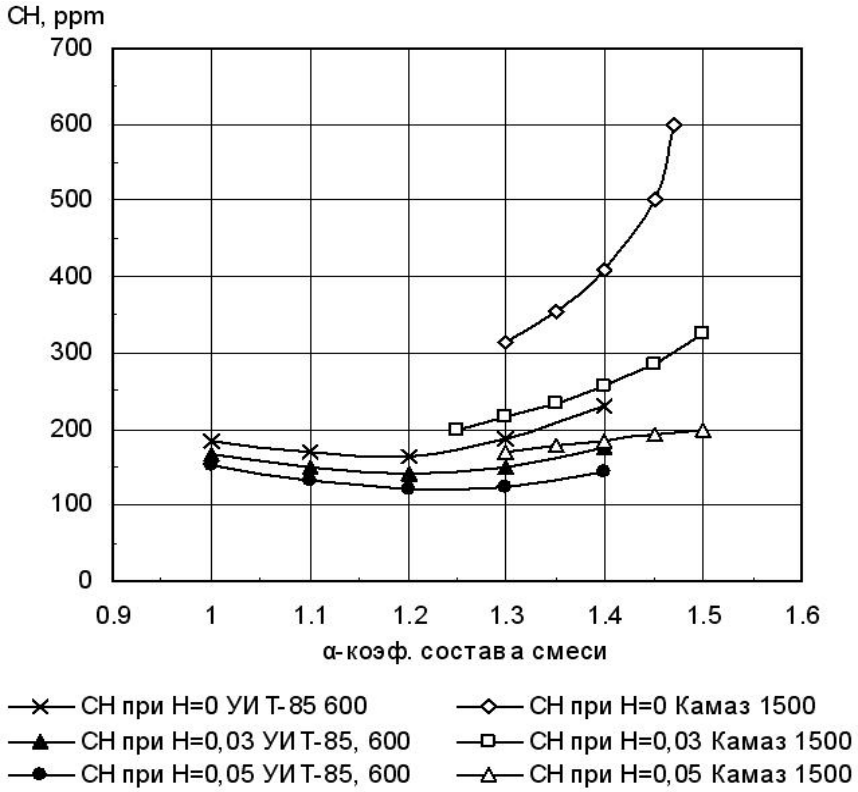


Рисунок 4 - Изменение выбросов CH от α
КамАЗ СПГ n = 1500 мин $^{-1}$ УОЗ = 15° ПКВ [17]
УИТ - 85 n = 600 мин $^{-1}$ УОЗ = 13° ПКВ бензин [18]

На рисунке 4 представлены зависимости изменения выбросов *CH* от α полученные на экспериментальной установке УИТ - 85 при её работе на бензине при n = 600 мин $^{-1}$ и

УОЗ = 13° ПКВ [18] и двигателе КамАЗ - 820.53 - 260 при его работе на сжатом природном газе при n = 1500 мин $^{-1}$ УОЗ = 15° ПКВ [17] из которых видно что, добавка 3 % или 5 % водорода позволяет снизить выбросы *CH* в случае с бензином при α = 1,4 при H = 3 % в 1,5 раза, а при H = 5 % в 1,7 раза. А в случае работы двигателя КамАЗ - 820.53 - 260 на природном газе это снижение при α = 1,4 составит 1,7 и 2,5 раза. Видно, что работа на СПГ осуществляется на более бедных смесях, чем при работе на бензине, и малая добавка водорода к СПГ позволяет снижать *CH* даже в большей степени, чем при работе на бензине. В источниках [18,19] говорится о том, что средняя скорость распространения пламени влияет на эффективность и токсичность работы двигателя.

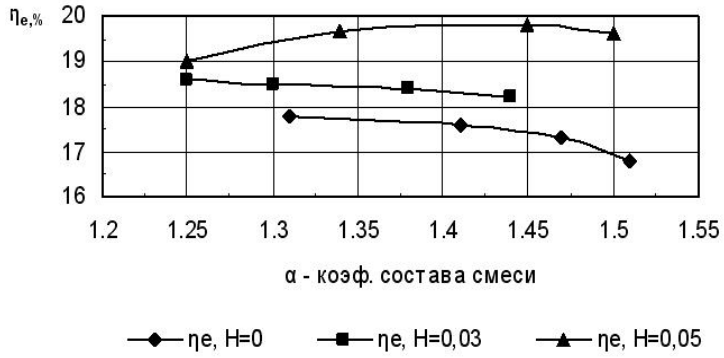


Рисунок 5 - Изменение ηе от α
КамАЗ СПГ n = 1500 мин $^{-1}$ УОЗ = 15° ПКВ [17]

На рисунке 5 представлены зависимости эффективного КПД от α при работе двигателя КамАЗ - 820.53 - 260 на СПГ при n = 1500 мин $^{-1}$, УОЗ = 15° ПКВ при добавках водорода Н = 3 % и 5 % в смесь. Добавка водорода существенно увеличивает η_e. По данным [19] рост эффективного КПД обусловлен увеличением скорости сгорания и уменьшением времени сгорания. При этом увеличивается уровень тепловыделения и улучшается полнота сгорания.

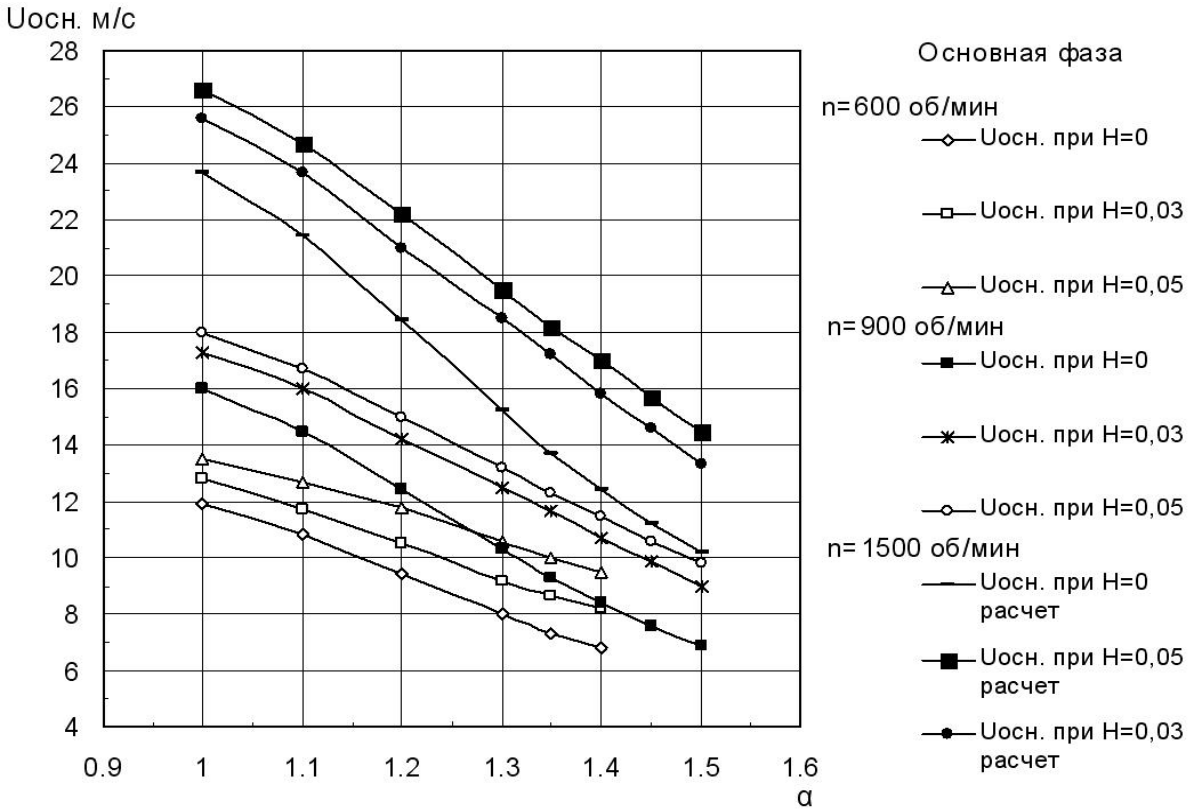


Рисунок 6 - Средняя скорость распространения пламени (основная фаза) в УИТ-85 при УОЗ = 13° ПКВ [19] и расчет при n = 1500 мин $^{-1}$, УОЗ = 13° ПКВ

На рисунке 6 представлены графики зависимости средней скорости распространения пламени от коэффициента состава смеси α в основной фазе сгорания.

Значения скорости для 600 мин $^{-1}$ при УОЗ = 13° ПКВ и 900 мин $^{-1}$ при УОЗ = 19° ПКВ были получены на эксперементальной установке УИТ-85 [19]. Для частоты 1500 мин $^{-1}$ значения скорости были рассчитаны по формулам, составленным на основании данных, представленных в [20], и получены их средние значения, они являются условными и используются для выявления механизма влияния добавки водорода на концентрацию *CH* в ОГ газового двигателя.

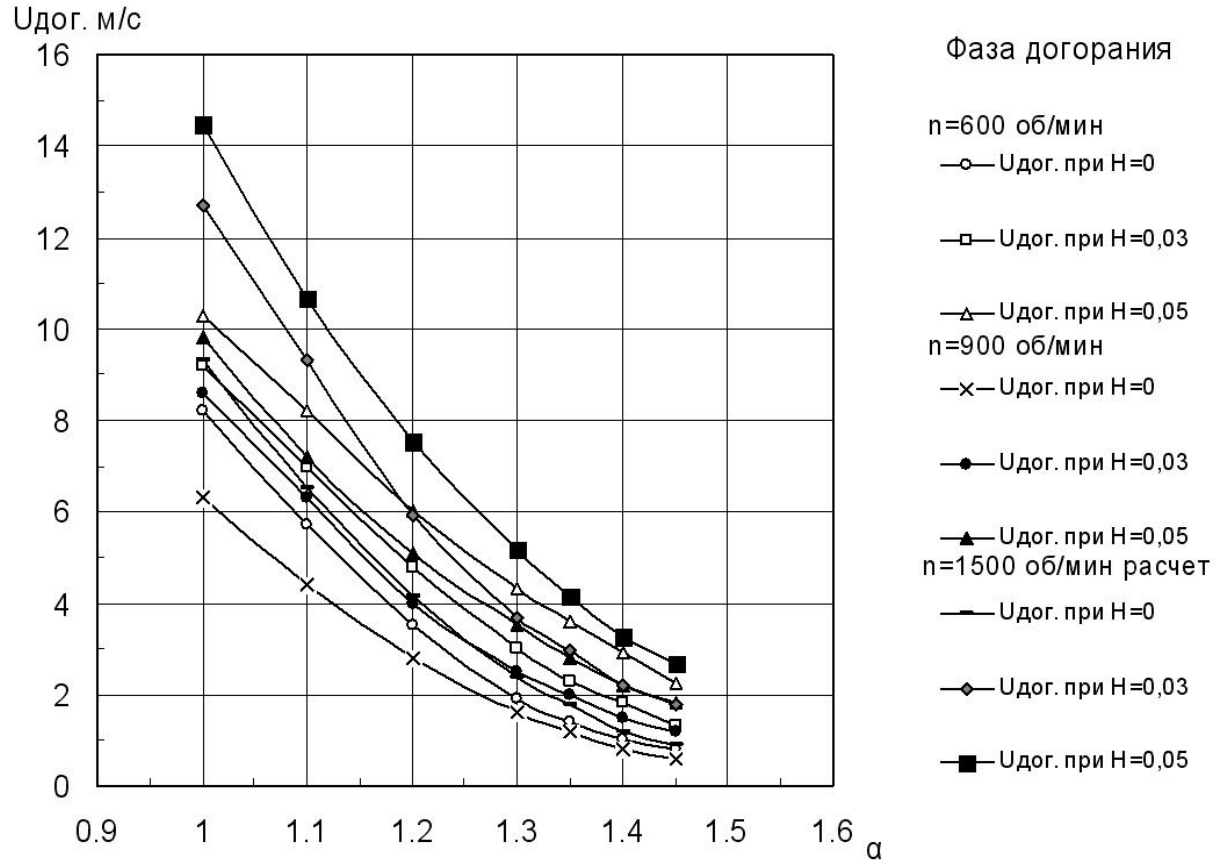


Рисунок 7 - Средняя скорость распространения пламени (фаза догорания) от α УИТ-85 n = 600 мин $^{-1}$ УОЗ = 13° ПКВ и n = 900 мин $^{-1}$ УОЗ = 13° ПКВ [19] и расчет при n = 1500 мин $^{-1}$

На рисунке 7 представлены графики зависимости средней скорости распространения пламени от коэффициента состава смеси α в фазе догорания. Значения скорости для частоты оборотов 600 мин $^{-1}$ при УОЗ = 13° ПКВ и 900 мин $^{-1}$ при УОЗ = 13° ПКВ были получены на экспериментальной установке УИТ - 85 [19].

Из рассмотрения данных представленных на рисунках 4 и 6 можно сделать вывод об идентичности механизма воздействия добавки водорода как на бензовоздушную, так и на метановоздушную смеси. Так добавка водорода (Н = 3% и 5% в смесь топлива с воздухом) вызывает приблизительно

одинаковое увеличение скорости сгорания и снижение *CH* как при добавке к бензину, так и при добавке к СПГ. Для анализа этого предположения результаты экспериментальных данных представлены в относительных величинах.

На рисунке 8 представлены графики зависимости относительного снижения *CH* от относительного увеличения скорости при добавке водорода. Относительное снижение *CH* и относительное в увеличение скорости распространения пламени выражается как:

$C_{CH\ без\ доб.\ H} - C_{CH\ с\ доб.\ H} / C_{CH\ без\ доб.\ H}$, где $C_{CH\ без\ доб.\ H}$ - концентрация углеводородов *CH* в ОГ двигателя без добавки водорода, $C_{CH\ с\ доб.\ H}$ - концентрация углеводородов *CH* в ОГ двигателя с добавкой водорода (в количестве 3 % или 5 % к ТВС).

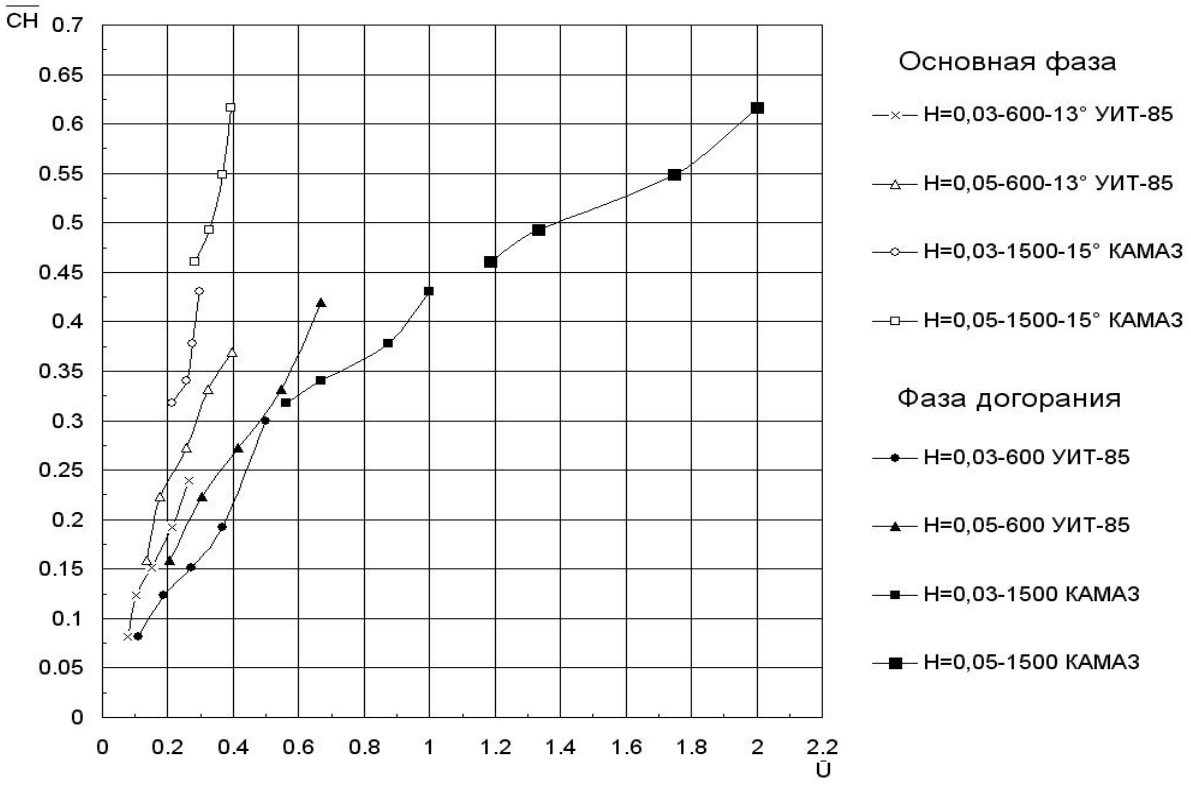


Рисунок 8 - Относительное снижение CH от Ū УИТ - 85
n = 600 мин $^{-1}$ УОЗ = 13° ПКВ бензин
КамАЗ СПГ n = 1500 мин $^{-1}$ УОЗ = 15° ПКВ

$U_{с\ доб.\ H} - U_{без\ доб.\ H} / U_{без\ доб.\ H}$, где $U_{с\ доб.\ H}$ - средняя скорость распространения пламени в камере сгорания двигателя с добавкой водорода (в количестве 3 % или 5 % к ТВС),

$U_{без\ доб.\ H}$ - средняя скорость распространения пламени в камере сгорания двигателя без добавки водорода.

Из представленных зависимостей на рисунке 8 видно что, увеличение скорости при добавке водорода существенно влияет на снижение *CH* как при работе на бензине, так и на природном газе. Следовательно, можно сделать вывод о том что, воздействие на физико-химические свойства ТВС с

помощью малых добавок водорода как при работе двигателя на бензине, так и на природном газе оказывает влияние на такие показатели как: эффективность работы двигателя и токсичность за счет увеличения скорости распространения пламени.

Воздействие на физико-химические свойства ТВС с помощью малых добавок водорода является перспективным для снижения воздействия отработавших газов двигателя на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайнуллин Ф. Г., Гриценко А. И., и др. Природный газ как моторное топливо на транспорте. - М.: Недра, 1986. - 255 с.
2. А.М. Ланский, В.В. Токарев, А.С. Фрейдин, А.П. Шайкин. «Особенности перевода кольцевых авиационных камер сгорания на природный газ. Наземное применение авиа двигателей в народном хозяйстве. Часть 4 материалы межотраслевых научно-технических конференций совещаний, семинаров и выставок. ВИМИ, 1982, с. 119-123.
3. С.Ю. Бондаренко, А.М. Ланский, А.П. Шайкин и др. Влияние конструктивных и режимных параметров на эффективность горения природного газа в кольцевых авиационных камерах сгорания. Часть 4 материалы межотраслевых научно-технических конференций совещаний, семинаров и выставок. ВИМИ, 1982,с.123-127
4. A.E. Catania, D. Misul, E. Spessa и G. Martorana «Conversion of Multivalve Gasoline Engine to Run on CNG». SAE 2000-01-0673 Dipartamento di Energetica, Politacnico di Torino.
5. А. И. Колчин, В. П. Демидов «Расчет автомобильных и тракторных двигателей». М. «Высшая школа» 2003
6. Andersen R.W., Asik J.R. Ingitability in a fast burn, lean burn Engine. SAE Techn. Pap. Ser. 1983 № 830477.
7. Andersson I., Cylinder Pressure and Ionization Current Modeling for Spark Ignited Engines, Linkopings Universitet, SE 581 83 Linkoping, Sweden, 2002
8. Гибадуллин В.В. Организация рабочего процесса ДВС с внешним смесеобразованием и локальной подачей микродобавок водорода в область межэлектродного зазора свечи зажигания. Диссертация канд. техн. наук, ВолгПИ, Волгоград, 1992.
9. Злотин Г.Н., Захаров Е.А., Шумский С.Н. Эксперименальное исследование влияния локальных подач пропана на развитие начального очага горения / ВолГТУ. - Волгоград, 1998. - 15 с. - Деп. в ВИНИТИ 11.03.98, № 717 - В98.
10. А.И. Мищенко. Применение водорода для автомобильных двигателей. Киев, Наукова думка, 1984.
11. А.П. Шайкин, М.М. Русаков, В.Н. Пелипенко, О.А. Ахремочкин "Добавки в бензовоздушную смесь, пределы воспламенения, токсичность двигателей внутреннего сгорания". Материалы XII симпозиума по горению и взрыву "Химическая физика процессов горения и взрыва". Черноголовка,

2000.

12. М.М. Русаков, Л.Н. Бортников, В.Н. Пелипенко и др. "Водород и токсичность ДВС". Международный научный семинар "Водородные технологии 21 века", С Петербург, 1997.

13. М.М. Русаков, О.А. Ахремочкин, В.Н. Пелипенко "Пределы стабильного сгорания обедненных бензовоздушных смесей в ДВС при различных способах интенсификации". Материалы XI симпозиума по горению и взрыву "Химическая физика процессов горения ивзрыва" т.1, ч.2, Черноголовка, 1996.

14. А.Н. Афанасьев, Л.Н. Бортников, П.Я. Бывшев, А.И. Сорокин "Результаты эксперимен- тального исследования влияния различных способов подачи водорода в ДВС на его характеристики". Материалы международной научно-практической конференции "Прогресс транспортных средств и систем", ч.2, Волгоград, 2002.

15. Ather A. Quader, John E. Kirwan and M. James Grieve. Engine Performance and Emissions Near the Dilute Limit with Hydrogen Enrichment Using an On-Board Reforming Strategy SAE Tech. Pap. 2003 - 01 - 1356.

16. А.П. Шайкин, М.М. Русаков, В.Н. Пелипенко, О.А. Ахремочкин "Добавки в бензовоздушную смесь, пределы воспламенения, токисчность двигателей внутреннего сгорания". Материалы XII симпозиума по горению и взрыву "Химическая физика процессов горения и взрыва". Черноголовка, 2000.

17. Н.А. Гатауллин, Ю.Ф. Гортышов, В.М. Гуреев, КВ. Нефёдов, Д.А. Павлов, Р.Х.Хафизов, А.П. Шайкин. "Влияние добавок водорода на экономические и экологические показатели газового двигателя Камаз-820.53-260".

18. Ивашин П.В. Зависимость концентрации несгоревших углеводородов в отработавших газах бензиновых ДВС от скорости распространения пламени и ионного тока. // Автореферат диссертации к.т.н., ТГУ. - Тольятти, 2004.

19. Смоленский В.В. Особенности процесса сгорания в бензиновых двигателях при добавке водорода в топливно-воздушную смесь. // Автореферат диссертации к.т.н., ТГУ. - Тольятти, 2007

20. Вибе И.И. Новое о рабочем цикле двигателей. Скорость сгорания и рабочий цикл двигателя - Москва-Свердловск, Машгиз, 1962.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

PROBLEMS OF RATIONAL USING OF DILUTED IZOAMULENE FRACTIONS

V.A. Shakun, T.N. Nesterova, O.A. Mazurin
Samara State Technical University, Samara, Russia

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗБАВЛЕННЫХ ИЗОАМИЛЕНОВЫХ ФРАКЦИЙ

В.А. Шакун, Т. Н. Нестерова, О. А. Мазурин
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Повышение экологической безопасности, эффективности и чистоты химического производства неразрывно связано с рациональным использованием сырья. Избыточный расход, наличие нежелательных продуктов в рецикловых потоках, сжигание органического сырья в топливной сети завода и на факельных установках – это аспекты, которые способствуют не только технологическим и экономическим потерям, но и оказывают отрицательное влияние на состояние окружающей среды.

В данной работе нами рассматривается проблема рационального использования разбавленных изоамиленовых фракций (ИФ), а именно, такого слабо реакционноспособного компонента, как 3-метилбутен-1 (3-МБ-1) или α-изоамилен (α-И).

В мировой практике одним из основных направлений использования ИФ является получение метил-трет-амилового эфира (МТАЭ) – высокооктановой добавки к топливам, которую производят, например, в США, Китае, Японии, Финляндии, в России. В нашей стране МТАЭ получают на Московском НПЗ (из продуктов кат. крекинга), на ОАО «Нижнекамскнефтехим» (производят метоксилирование фракции С4-С5 с последующим отделением соответсвующих эфиров) и в Новокуйбышевской Нефтехимической Компании (ННК, метоксилирование изопентан-изоамиленовой фракции).

Процесс сопряжен со следующей проблемой. На алкилирование в реактор подается фракция, содержащая в среднем 60% изопентана, 5% н-пентана, 30% изоамиленов (ИА), 3% н-пентенов, 1,5% изопрена и 0,5% 1,3-пентадиена. ИА представляют собой смесь изомеров 2-метилбутена-1 (2-МБ-1), 2-метилбутена-2 (2-МБ-2) и 3-метилбутена-1 (3-МБ-1). В отличие от 2-

МБ-1 и 2-МБ-2, которые активно вступают в реакцию с метанолом, 3-МБ-1 не подвергается превращению и выходит из реактора в неизменном виде, после чего в составе рециклового потока возвращается на стадию дегидрирования.

Процесс дегидрирования изопентана протекает при температуре 500 – 600°С на хромовом катализаторе, нанесенном на носитель. Смесь ИА, полученная в результате, является равновесной, наши расчетные данные по равновесию в системе «3-МБ-1 – 2-МБ-1 – 2-МБ-2» представлены на рис. 1, и они успешно согласуются с информацией, приведенной в источниках [1,2]. Значения концентраций на рис. 1 получены с использованием справочных данных [3].

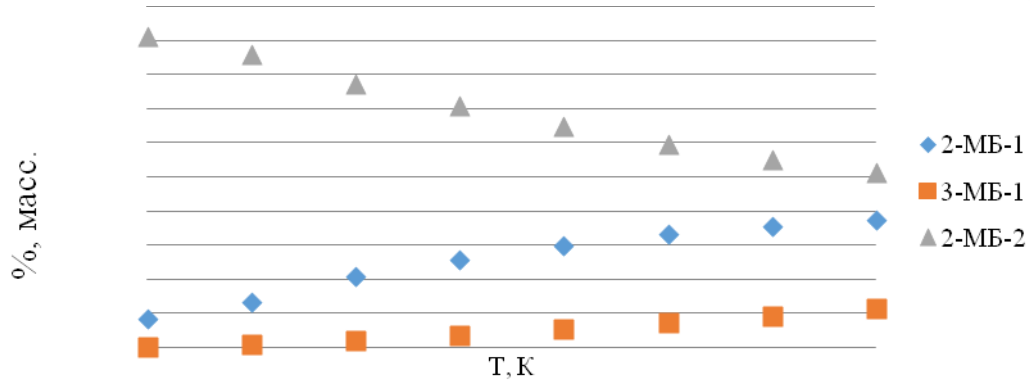


Рисунок 1. Зависимость равновесных концентраций смеси изоамиленов от температуры

Таким образом, при средней температуре дегидрирования изопентана 550 °С образуется около 8% массовых α-И в расчете на сумму ИА. Чтобы определить, какое количество α-И образуется при производстве МТАЭ в год, примем, что мощность установки составляет 100 тыс. тонн/год эфира, тогда:

1) m(2-МБ-2 + 2-МБ-1) = m(МТАЭ) * k_1 , где k_1 – теоретический расходный коэффициент, равный М(ИА) / М(МТАЭ) = 70 / 102 = 0,69
   m(2-МБ-2 + 2-МБ-1) = 100 тыс. тонн/год * 0,69 = 69 тыс. тонн/год
2) m(3-МБ-1) = m(2-МБ-2 + 2-МБ-1)*0,08 / (1 - 0,08) =
   = 69 тыс. тонн/год * 0,08 / 0,92 = 6 тыс. тонн/год

Таким образом, 6 тыс. тонн α-И в течение года будет возвращено на стадию дегидрирования, где с высокой вероятностью превратится в изопрен, а в случае дальнейшей конверсии осядет на поверхности катализатора в виде кокса. Здесь необходимо отметить, что алюмо-хромовый катализатор в процессе постоянно подвергается регенерации, соответственно дополнительное его загрязнение приводит не только к снижению активности, но и к бóльшим затратам энергии и ресурсов на восстановление. Кроме того

в случае приведения его в негодность, он крайне тяжело поддается утилизации.

Тем не менее, α-И может быть выделен из рециклового потока и использован в процессе получения продуктов органического синтеза. Нами были изучены возможные пути использования 3-МБ-1, содержащегося в разбавленных ИФ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Алкилирование выполняли в герметичных цилиндрических реакторах периодического действия из молибденового стекла объемом 4-5 мл и диаметром 0.6 см, а также в реакторах непрерывного действия, снабженных мешалкой и рубашкой для теплоносителя. Катализатором алкилирования являлся сульфокатионит марки Amberlyst 36 Dry (A-36 Dry). Эксперименты осуществлялись в изотермическом режиме (±1К), который обеспечивался водным, либо воздушным термостатом с интенсивным теплообменом. Температура, время реакции, соотношение реагентов и количество катализатора варьировались.

В качестве субстратов выступали: бензол, фенол, а также разбавленная изопентан-изоамиленовая фракция, предоставленная АО «ННК», с содержанием суммы изоамиленов 3%, а 3-МБ-1 - 2%. В качестве алкилирующего агента выступал также α-И с чистотой 95%, полученный по следующей методике:

1. В круглодонной трехгорлой колбе, снабженной насадкой Дина-Старка и обратным холодильником, при нагревании осуществляют этерификацию 3-метилпентанола-1 в трехкратном избытке уксусной кислоты. В качестве азеотропообразуюшего агента – бензол. Катализатор – Amberlyst 36 Wet. Реакцию ведут до прекращения образования воды.
2. Реакционную массу (РМ) из колбы смешивают с водой в делительной воронке для удаления остатков кислоты. Органический слой сливают в круглодонную колбу для последующей перегонки.
3. Простой перегонкой выделяют из нейтрализованной РМ 3-метилпентилацетат (T_b = 140°C). Первый погон представляет собой смесь бензола и воды, второй - 3-метилпентилацетат.
4. Осуществляют пиролиз изоамилацетата при 600°C в реакторе, заполненном кварцевым стеклом, и снабженном на выходе обратным холодильником и сборником с отводом для газообразного продукта, через который α-И поступает в захолаживаемую при - 80°C ловушку.

Анализ реакционных смесей проводился методом ГЖХ на приборе Хроматек-Кристалл 2000М с пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой с привитой неподвижной фазой SE-30 50 m × 250 μm × 0.25 μm (длина × диаметр × толщина слоя). Газ носитель – гелий. Температура испарителя 230°C, детектора 200°C. Масс-спектрометрический анализ выполнен на приборе Agilent 5975 VL MSD с базой NIST 2011 [4]. Все

компоненты реакционных масс удалось установить. Идентификация была произведена с использованием электронных библиотек, а также на основе методов и подходов, описанных в [5].

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3-МБ-1, СОДЕРЖАЩЕГОСЯ В ИФ

1. Получение п-трет-амилфенола (ПТАФ)

ПТАФ обладает свойствами аналогичными ПТБФ. В мировой практике выступает в роли ингибитора полимеризации, антиоксиданта, стабилизирующей присадки к топливу, компонента быстросохнущих лаков и красок, применяется в производстве пластификаторов, фунгицидов и бактерицидных средств [6, с. 163].

3-МБ-1, а также и 2-МБ-1, 2-МБ-2, выделенные из ИФ четкой ректификацией, могут быть направлены на алкилирование фенола. Процесс на А-36 Dry следует осуществлять при 60-100°С в реакторе идеального смешения. В этих условиях α-И быстро изомеризуется в 2-МБ-1, 2-МБ-2, которые активно взаимодействуют с фенолом. Наши эксперименты показали, что при 80°С (оптимальная температура) и соотношении фенол/олефин = 6:1 при достижения равновесия продукты реакции содержат 95% ПТАФ. Конверсия олефина составляет 100%.

2. Получение трет-пентилбензола (ТПБ)

Эти продукты могут быть использованы в качестве полупродукта для производства синтетических каучуков, волокон, моющих средств, а также как октаноповышающая добавка.

Эксперимент, проведенный при 80°С, 25% масс. сульфокатионита и соотношении бензол/олефин = 10:1 моль/моль, показал, что концентрация ТПБ в продуктах реакции достигает 20% от массы продуктов, от которых он может быть легко отделен.

Кроме того, интересным является тот факт, что в этих условиях с чрезвычайно высокой скоростью протекала олигомеризация олефина, и через 60 мин. после начала эксперимента концентрация олигомеров в продуктах достигла максимума – 68,5% масс, при этом углеводородов С8-С9 было обнаружено 10,5% масс., а С11-С12 = 7%. Эти компоненты после гидрогенизации могут быть также эффективно использованы в качестве полимер-бензина [7, с. 193].

Соответственно, закономерным является следующее применение α-И.

3. Производство олигомеров.

Олефины вместе с рецикловой ИФ после очистки от примесей, могут быть подвергнуты олигомеризации на А-36 Dry с последующей гидрогенизацией, и отделением разветвленных алканов С8-С12. Фракция С10, выделенная из этой смеси, характеризуется октановым числом равным 94,5 по моторному методу [7, с. 199].

4. Изомеризация 3-МБ-1 в 2-МБ-2 и 2-МБ-1.

Аналогично методу, описанному в [8, с. 143], фракция ИФ может быть подвергнута гидроизомеризации, например на никеле, нанесенном на алюмосиликат, при температуре окружающей среды. В этих условиях 3-МБ-1 полностью изомеризуется в 2-МБ-2 и 2-МБ-1. Последние два изоолефина могут быть направлены сразу на метоксилирование.

5. Алкилирование изоамилацетатом.

В процессе работы над данным вопросом нами было отмечено, что алкилирование бензола изоамилацетатом на А-36 Dry при 140°С и соотношении бензол/ацетат = 5:1 идет с очень высокой селективностью по алкилбензолам (ТББ и ТПБ). Выход суммы ТББ и ТПБ в расчете на превращенное сырье составил ≈98%.

Таким образом, еще одним вариантом извлечения 3-МБ-1 из фракции ИИФ является ацилирование, которое на следующем этапе позволяет нам получить практически чистые ТББ и ТПБ. Эта пара без особых проблем разделяется простой ректификацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюряев И.Я.Теоретические основы получения бутадиена и изопрена методами дегидрирования. – К.: Наукова думка, 1973. - 272 с.
2. Жоров Ю.М. Термодинамика химических процессов. – М.: Химия, 1985. – 464 с.
3. Сталл Д., Вестрам Э., Зинке Г. Химическая термодинамика органических соединений. – М.: Мир, 1971. – 806 с. + таблицы.
4. NIST Chemistry WebBook [электронныйресурс]. http://webbook.nist.gov.
5. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. – М.: Бином, Лаборатория знаний, 2003, 493 с.
6. Топчиев А.В., Завгородний С.В., Крючкова В.Г. Реакция алкилирования органических соединений олефинами. - М.: Издательство АН СССР, 1962 . –324 с.
7. Химия углеводородов нефти / Под ред. Б.Т. Брукса, С.С. Куртца, С.Е. Бурда, Л. Шмерлинга. – М.: Гостоптехиздат., Т.3 / Пер. с англ. Ю.А.Бедова, П.Н.Галича, Е.В.Лебедева и М.П.Тетериной ; Под ред. проф. С.Р.Сергиенко. – 1959. – 582 с.
8. Павлов С.Ю. Выделение и очистка мономеров для синтетического каучука. – Л. Химия, 1987, 231 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

FORMATION OF THE SOUND FIELD NEAR NOISE BARRIERS IN NATURAL CONDITIONS

A.E. Shashurin, J.S. Boyko, V.V. Svetlov
Baltic State Technical University 'VOENMEH' named after D.F. Ustinov,
St. Petersburg, Russian Federation

The article presents the results of measurements of sound levels and sound pressure levels near noise barrier. Authors drew the conclusions about the properties of the sound field near noise barrier and the accuracy of the data. Authors revealed the main shortcomings of the measurement technique and did suggestions for further work in this direction.

ОБРАЗОВАНИЕ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ ШУМОЗАЩИТНОГО ЭКРАНА НА ПРИМЕРЕ ИСПЫТАНИЙ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

А.Е. Шашурин, Ю.С. Бойко, В.В. Светлов
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург, Россия

В статье представлены результаты измерений уровней звука и уровней звукового давления вблизи шумозащитного экрана. Сделаны выводы о свойствах звукового поля вблизи экрана и точности полученных данных, выявлены основные недостатки методики проведения измерений, сделаны предложения по дальнейшей работе в рассматриваемом направлении.

Существование современного города невозможно представить без развитой транспортной инфраструктуры. Увеличивая комфорт для населения, создавая новые дороги, развивая транспорт, в то же время, происходит негативное влияние на среду обитания, которая нас окружает. В последние годы особенное беспокойство жителям городов причиняет повышенный шум. Проблема защиты от шума в городах становится все более острой; по данным московских ученых повышенный шум входит в тройку наиболее острых экологических проблем современных городов [1].

Главным источником акустического загрязнения в городах по-прежнему остаётся автомобильный транспорт, негативное влияние которого на людей постоянно возрастает из-за непрерывного роста числа транспортных средств. К основным источникам, вызывающим жалобы жителей на шум, также относятся строительные работы.

К настоящему времени в градостроительстве как в подходах к созданию шумозащиты, так и в требованиях к снижению шума в городах, произошли серьезные изменения. Стоимость шумозащиты нередко достигает 20 % стоимости строительства автотранспортного сооружения, и цена ошибки в расчетах или неучет тех или иных особенностей искусственных сооружений, высока. Требуется увеличивать точность акустических расчетов. Во многих случаях возникает необходимость учитывать сложные процессы шумообразования и распространения звука, которые в существующих нормативно-технических документах не рассмотрены. Это, в частности, особенности процессов шумообразования от линейных источников, процессы дифракции на сложных искусственных сооружениях, особенности затухания звуковых полей.

Одним из основных средств защиты от шума на пути распространения от источника шума до защищаемого объекта (рабочее место, жилая застройка и пр.) являются шумозащитные (акустические) экраны. Шумозащитные экраны (далее – ШЭ) устанавливаются для защиты жилой застройки от транспортного шума вдоль автомобильных и железных дорог, или вокруг локальных источников шума. В ЕС, США, Японии, Южной Корее установлены десятки тысяч километров ШЭ вдоль автомобильных и железных дорог. В производстве ШЭ в мире заняты сотни фирм. Исследования шумозащитных экранов (или шумозащитных барьеров) были выполнены в нашей стране и за рубежом. Среди ученых, которые внесли существенный вклад в решение этой проблемы, следует отметить: В.А. Аистова, Н.И. Иванова, Г.Л. Осипова, П.И. Поспелова, Б.Г. Пруткова, И.Л. Шубина, Тюрину Н.В., Минину Н.Н в нашей стране и Д. Маекаву, Д. Аренаса, Ж. Курце, М. Крокера, А. Андертона за рубежом.

До недавнего времени в нашей стране акустические экраны для шумозащиты применялись достаточно редко, опыта расчёта, проектирования и производства эффективных современных экранов не было. Первые акустические экраны в большом количестве были установлены при строительстве МКАД (более 13 км) во второй половине 90-х годов, что выявило необходимость их производство и проектирования.

За эти годы разработаны несколько теорий расчета эффективности шумозащитных экранов, основанных как на распространении геометрического луча за экран (Маекава Д.), так и с расчетом эффективности экрана с учетом поля вокруг него (Иванов Н.И., Тюрина Н.В). Последняя теория отличается от привычной тем, что при расчете эффективности экрана учитываются поле вблизи экрана, звукопоглощение и дифракции на свободных ребрах экрана. Но эта теория имеет ряд допущений и поэтому требует доработки.

Для определения звукового поля вблизи экрана был поставлен эксперимент по определению уровней шума у экрана.

Рассматриваемый экран установлен вдоль Кольцевой автомобильной дороги Санкт-Петербурга для защиты селитебной территории от шума автотранспорта. Экран имеет высоту 4 м, состоит из звукопоглощающих

панелей из оцинкованной стали, в качестве звукопоглощающего материала используется минеральная вата. Панели установлены между металлическими стойками (двутаврами). Каждая панель имеет размеры 0,5 м на 1 м, которые плотно соединены друг с другом.

Измерительные точки выбирались на расстоянии 0,1 м; 0,5 м; 2 м от экрана и на различных расстояниях от экрана. Размещение точек измерения и результаты эксперимента указаны на рис. 1-2 и в табл. 1.

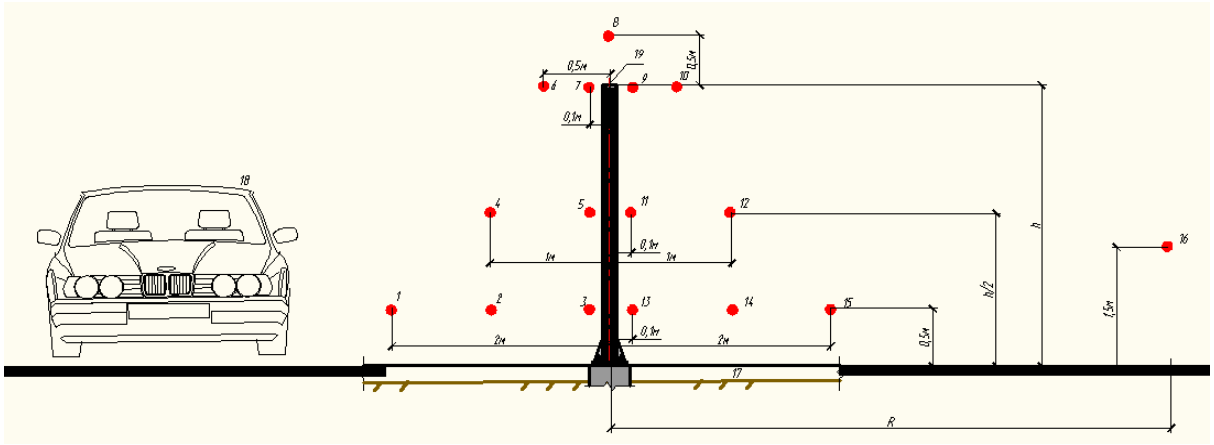


Рисунок 1. Расположение точек измерения (ТИ) звукового поля вблизи экрана

Таблица 1

Результаты измерений уровней звука и уровней звукового давления вблизи экрана

№ ТИ	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц									УЗ L_A, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	82,6	80,7	81,1	79,3	82,1	86,2	81,9	70,5	59,9	88,6
2	84,2	80,1	81,2	78,8	80,3	84,8	80,5	69,2	57,7	87,3
3	74,4	81,3	82,4	79,1	73,0	80,6	77,2	65,7	56,5	84,8
4	83,3	80,8	80,8	77,4	79,7	85,5	81,1	69,9	59,1	86,8
5	74,1	81,0	81,5	74,0	75,7	83,9	79,7	68,3	59,0	86,1
6	71,2	80,7	80,0	74,7	77,9	83,5	79,2	66,1	53,3	85,8
7	70,6	78,5	79,4	75,8	77,6	83,8	79,2	67,3	55,9	86,0
8	68,9	74,5	75,7	71,8	75,8	82,1	76,9	63,5	51,6	84,0
9	67,7	73,6	73,9	69,3	69,8	74,1	68,4	54,2	40,8	76,2
10	67,3	73,7	73,1	67,7	67,6	72,7	66,3	50,9	37,1	74,6
11	67,9	69,6	70,9	66,6	64,7	65,3	59,0	45,5	34,3	68,2
12	70,5	74,1	73,1	65,9	63,4	65,8	59,4	45,7	32,4	68,5
13	67,3	68,8	70,0	66,4	65,6	64,0	57,7	43,6	34,5	67,5

№ ТИ	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц									УЗ L_A, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
14	70,1	73,3	71,5	65,9	63,5	64,5	58,4	44,5	31,1	67,5
15	69,8	73,1	72,2	65,4	63,5	65,0	59,1	45,2	32,3	67,9
16	65,0	70,1	67,6	59,7	58,5	65,3	61,8	46,2	38,9	68,0
17	64,0	67,9	67,4	61,5	60,2	65,6	59,6	45,0	32,4	67,5

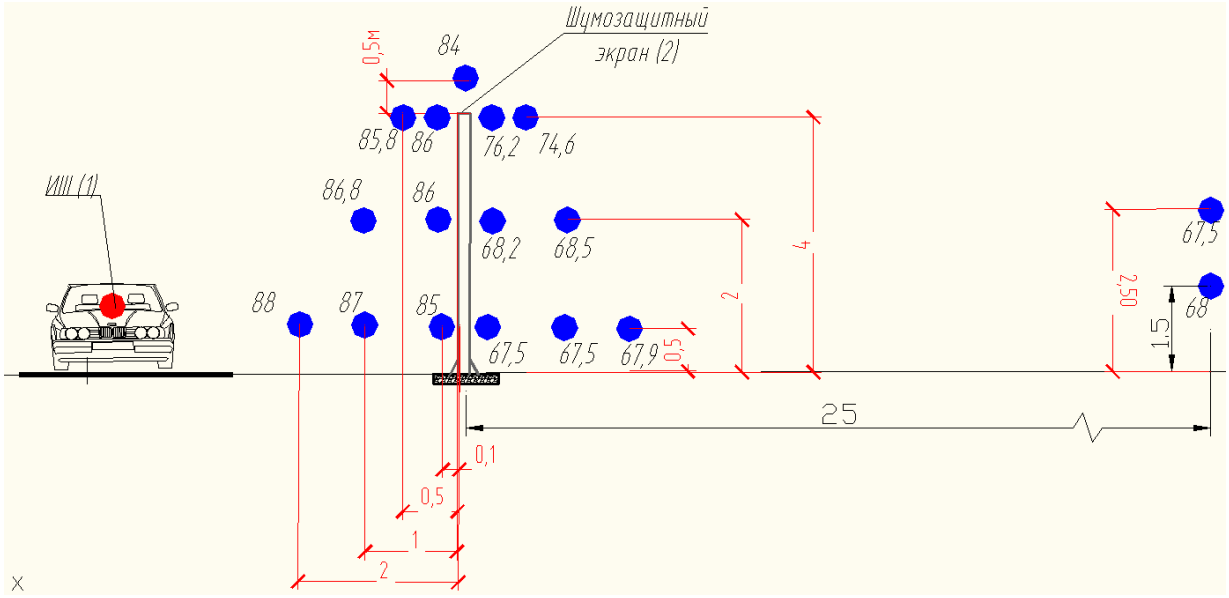


Рисунок 2. Результаты измерений уровней звука и уровней звукового давления вблизи экрана

Как видно из результатов измерения поле перед экраном однородно, не отличается более чем на 1,5-2 дБА. На некоторых частотах имеются отклонения до 5 дБ. Уровни звука непосредственно вблизи экрана (на расстоянии 0,1 м) имеют меньшие значения, чем уровни на больших расстояниях (0,5 м и 2 м), что говорит о минимальном вкладе отраженного звука в ближнее поле экрана (т.е. о высоких звукопоглощающих свойствах экрана). Также это может свидетельствовать о погрешности в измерениях, так как перед экраном установлено барьерное ограждение и возможно оно искажает результаты измерения. Для исключения этого предполагается провести испытания по той же методике, но без помех на пути распространения звука к экрану.

Изначально, авторами при проведении эксперимента проверялась теория распространения шума от источника шума к экрану, с учетом звукопоглощения поверхности между экраном и источником шума, далее звуковая энергия с учетом отражения от земли и самого экрана, а также с учетом звукопоглощения самого экрана поднимается на верхнее дифрагирующее ребро. Согласно испытаниям, проведенным на

рассматриваемом экране, эта теория не подтверждается, в связи с чем предполагается провести дополнительные измерения на различных экранах (без звукопоглощения и со звукопоглощением), с барьерным ограждением и без барьерного ограждения, чтобы исключить погрешности в измерениях.

Изучение на практике реального звукового поля перед экраном даст возможность разработать более точную методику для определения эффективности экрана с учетом акустических свойств экрана и дифракции на свободных ребрах экрана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Москвы «О концепции снижения уровней шума и вибрации в городе Москве» от 16 октября 2007 г. № 896-ПП.

2. Автореферат диссертации на соискание доктора техн. наук Тюриной Н.В. «Проблема снижения шума в жилой застройке и на рабочих местах в помещениях акустическими экранами», БГТУ «Военмех» СПБ, 2015г.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

DETERMINATION OF SOUNDPROOFING AND SOUND ABSORPTION OF NOISE BARRIERS IN NATURAL CONDITIONS

A.E. Shashurin, J.S. Boyko, V.V. Svetlov
Baltic State Technical University 'VOENMEH' named after D.F. Ustinov,
St. Petersburg, Russian Federation

The efficiency of noise barrier is determined by the sound-absorbing and sound-insulating properties. The article presents the results of a comparison of sound insulation of panel of noise barrier, which were obtained in the soundproof chamber and in natural conditions. Authors did the analysis and drew conclusions of the research.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ И ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ ШУМОЗАЩИТНОГО ЭКРАНА В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

А.Е. Шашурин, Ю.С. Бойко, В.В. Светлов
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург, Россия

Эффективность шумозащитного экрана определяется его звукопоглощающими и звукоизолирующими свойствами. В статье представлены результаты сравнения звукоизоляции панели шумозащитного экрана, полученной в звукоизолирующей камере и в натурных условиях. Произведен анализ и сделаны выводы по результатам исследования.

Шумозащитный экран – физическая преграда между источником шума и защищаемым объектом (точкой наблюдения). В отличие от бесконечной преграды, к которой можно отнести, например, звукоизолирующую перегородку, экран имеет свободное ребро (или рёбра), на котором звук дифрагирует в точку наблюдения. Дифракция ухудшает эффективность акустических экранов, но почти любые акустические экраны снижают шум, проникающий в точку наблюдения [1].

Шумозащитный экран (далее – ШЭ) можно рассматривать как твёрдое относительно звуконепроницаемое препятствие. Прохождение звука за экран происходит в основном на свободных его рёбрах путём дифракции звуковых волн и за счет прохождения звука через конструкцию экрана. Часто, когда монтаж экрана выполнен не в соответствии с допустимыми строительными нормами, либо панели экрана не соответствуют требуемому качеству, часть энергии, которая проходит непосредственно через тело экрана, может

увеличиваться, что ухудшает общую эффективность экрана и приводит к нарушению нормативных значений уровней шума на защищаемом объекте.

В современных методах расчета [2] не в полной мере учитываются акустические характеристики самих шумозащитных экранов. Важным элементом в конструкции являются звукопоглощение, располагаемое со стороны источника звука. Звукопоглощение заметно повышает эффективность ШЭ.

Согласно результатам экспериментов панелей шумозащитных экранов в звукоизолирующей камере практически все панели, представленные на Российском рынке, имеют звукоизоляцию свыше 34 дБ, хотя в натурных условиях звукоизоляция самого экрана намного меньше.

Авторами был проведен ряд экспериментов по определению акустических характеристик экрана (звукоизоляция и звукопоглощение) в натурных условиях.

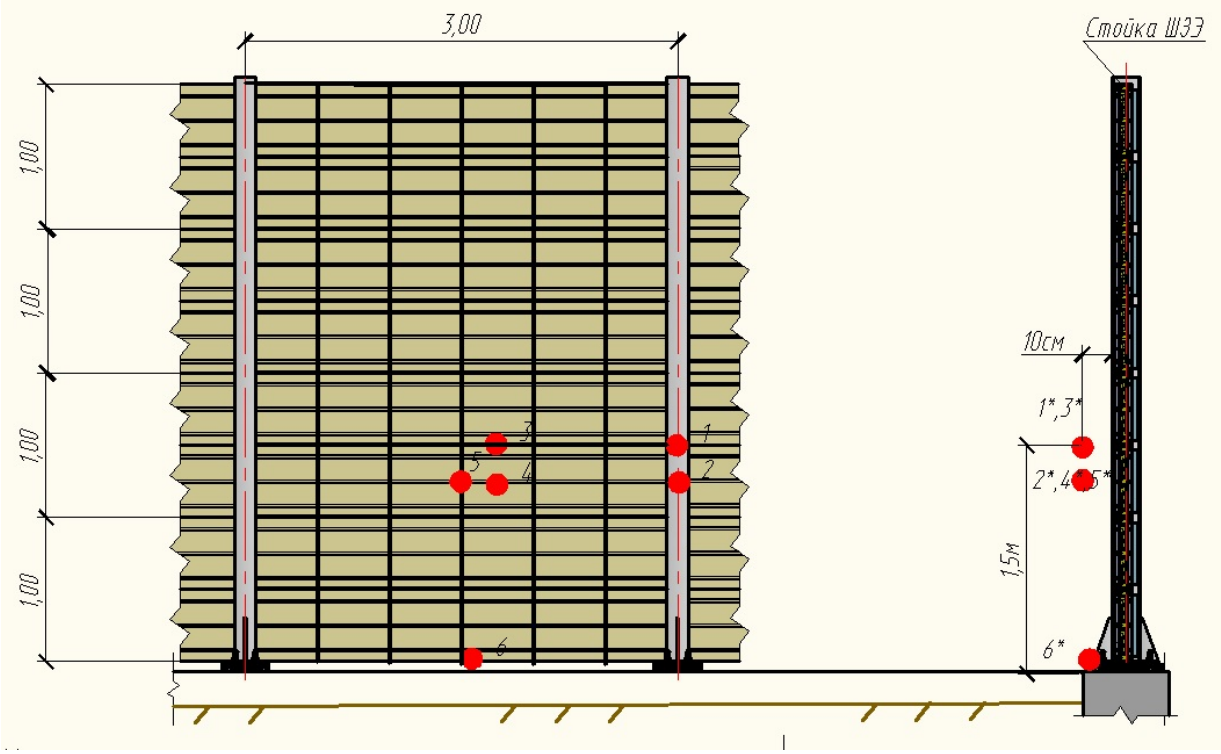


Рисунок 1. Расположение точек измерений при определении звукоизоляции ШЭ:
1 - 6 – точки со стороны источника шума; 1*-6* – точки с обратной стороны экрана.

Испытываемый экран установлен вдоль кольцевой автомобильной дороги Санкт-Петербурга для защиты селитебной территории от шума автотранспорта. Выбранный экран имеет высоту 4 м, состоит из звукопоглощающих панелей, представляющих собой конструкцию из двух листов оцинкованной стали, зазор между которыми заполнен звукопоглощающим материалом, в рассматриваемой конструкции –

минеральной ватой. Панели установлены между металлических стоек (двутавров).

Звукоизоляцией ШЭ, измеренной в натурных условиях, является разность УЗД (УЗ), измеренных с внутренней и внешней стороны ШЭ в идентичных точках.

При измерениях фиксировались УЗ и УЗД в октавных полосах частот. Измерения проводились параллельно в каждой точке за экраном и перед экраном. Время измерения не менее 120 сек.

Измерения выполнялись на панелях ШЭ в точках, указанных на рис. 1.

Точки измерений располагались на расстоянии не более 0,1 м от ШЭ, чтобы избежать влияния обходных путей на результаты измерений.

В точке 6 и 6* фиксировались значения для определения звукоизоляции под нижней панелью экрана.

По данным производителя экрана индекс звукоизоляции панелей, испытанных в камере, составляет 34дБ.

Звукоизоляция панелей, испытанных в звукоизолирующей камере, представлена в Табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний звукоизоляции панели в звукоизолирующей камере

	Показатели звукоизолирующей способности ЗИ, дБ								Индекс ЗИ, дБ
Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	-
Измеренное значение	14,0	14,6	23,0	30,6	36,9	44,0	40,8	40,0	34,0

Таблица 2

Результаты испытаний звукоизоляции панели в натурных условиях

Точка измерения	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц									УЗ L_A, дБА	Прим.
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	9,5	13,8	12,4	12,5	14,6	17,2	18,5	21,7	25,3	17,0	Разница
2	8,4	11,7	10,3	12,9	14,3	16,6	18,7	20,6	23,6	16,5	Разница
3	8,2	15,5	15,2	14,8	16,8	18,2	22,6	24,7	27,4	18,9	Разница
4	7,8	12,3	13,2	14,5	16,1	18,5	21,5	24,0	27,1	18,5	Разница
5	7,9	11,5	11,7	14,4	16,6	19,7	20,7	23,9	27,1	19,1	Разница
6	7,2	9,9	10,5	13,0	11,2	8,1	11,2	9,2	8,9	9,7	Разница

Разница, полученная при измерениях (условно названная звукоизоляция) в натурных условиях отличается от испытаний в камере от 6 до 20 дБ на

разных частотах. Возможно, это говорит о несовершенстве методики измерения, так как для определения звукоизоляции в натурных условиях, возможно, следует применять специальную методику с импульсным шумом, чтобы исключить долю дифрагированного звука. Также звукоизоляция самого экрана зависит от особенностей монтажа конструкции. Так, в измерительных точках 1-2, где панели примыкают к несущей стойке, отмечается снижение звукоизоляции экрана, в то время как в точках 3-5 она выше. Конструкция экрана была без ростверка, щель между нижней панелью экрана и земляным полотном перекрывалась специальной прокладкой, но учитывая неплотности прилегания, можем отмечать провал в звукоизоляции до 9,7 дБА по отношению к другим точкам.

Для определения звукоизоляции в натурных условиях необходимо разработать методику, обеспечивающую исключение долю дифрагирующего звука.

Для увеличения звукоизоляции самого экрана и, как следствие, увеличения эффективности экрана в целом, необходимо при монтаже панелей исключить возможные пути прохождения звука – в местах стыков применять специальные уплотняющие приспособления, которые позволят увеличить звукоизоляцию экрана в этих местах на 3 дБА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Москвы «О концепции снижения уровней шума и вибрации в городе Москве» от 16 октября 2007 г. № 896-ПП.

2. Автореферат диссертации на соискание доктора техн. наук Тюриной Н.В. «Проблема снижения шума в жилой застройке и на рабочих местах в помещениях акустическими экранами», БГТУ «Военмех» СПБ, 2015г.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

SYSTEM-CYBERNETIC TREATMENT FOR ECOLOGICAL INTENSIFICATION OF CHEMICAL TECHNOLOGY PROCESSES

V.P. Schukin, Y.V. Tcharikov
Togliatti State University, Togliatti, Russia

From the standpoint of system analysis, with it's self-organizing, self-regularatory and autonomous principles, opportunities of integrated approach to innovating intensification of chemical processes are considered, for example methanol synthesis. revealed according to the proposed principles scientific organization of flowcharts prediction development trends innovating intensification of problem solving at the area of ecology, economy, resource and energy saving.

СИСТЕМНО-КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ХИМИКО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.П. Щукин, Ю.В. Чариков
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

На примере технологии синтеза метанола рассмотрены возможности комплексного подхода к инновационной интенсификации химических процессов. С позиций системного анализа с его самоорганизующими, саморегулирующими и самоуправляющими принципами выявлено, что возможен прогноз направлений инновационной интенсификации решения вопросов повышения экологичности, экономичности и энерго- и ресурсосбережения.

Состояние химической промышленности с учетом пассивного периода перестройки и санкций, предпринимаемых Евросоюзом в отношении России, создало ситуацию, в которой необходимо активно использовать современные концепции научных исследований, позволяющих не повторять, а опережать ход научных исследований по всем направлениям, включая традиционные.

Исследование в области химических процессов производится, в основном, методами, среди которых чаще всего используются аналитический, термодинамический, кинетический и другие. Эти методы требуют поэтапного выполнения всего комплекса исследований по поставленной задаче уже пройденной зарубежными исследователями. Данный подход, помимо расходования средств, ставит в унизительное положение Российскую науку, которая была всегда на высоком уровне. В данной работе предпринята

попытка использования системного анализа с его самоорганизующими, саморегулирующими и самоуправляющими принципами в обосновании методологии проведения химико-технологических процессов, с получением результатов, обладающих новизной.

В этом случае к анализу устойчивости системы природа – общество, помимо фундаментальных законов развития естествознания, вполне применима общая теория систем и исходящие из нее универсальная теория управления и закон сохранения систем, сопровождаемые законами сохранения, умирения и автоматии [1-5].

Понятие система в настоящее время не ограничивается теоретической сферой, а становится центральным в определенных областях прикладной науки. Вначале это понятие выступало преимущественно как абстрактная и дерзкая теоретическая идея. Теперь же системотехника, системное исследование, системный анализ, синергетика и им подобные категории стали рабочими терминами. Многие промышленные предприятия и государственные агентства имеют соответствующие департаменты, комитеты или особых специалистов по этим проблемам, а многие университеты предлагают программы и курсы для изучения системных идей. «Понятие «система» может стать поворотным пунктом в современной научной мысли. В последние годы происходит быстрое развитие исследований по применению системного анализа к социальным системам, экологии и химии.

Исследование систем «Химическая технология – химический продукт» и их представление как нечто целого, а не как конгломерата частей, соответствует тенденции современной науки не изолировать исследуемые явления в узко ограниченном контексте, а изучать, прежде всего, взаимодействия различных технологических процессов и получаемых веществ. Эта и многие другие подобные формы исследования представляют коллективную исследовательскую деятельность, включающую постоянно расширяющийся спектр научных, технических и социальных дисциплин.

Сказанное не устраняет, а скорее, подразумевает, что препятствия и трудности современного развития науки могут быть преодолены не иначе как путем кардинального изменения существующей научной ориентации общества на системный анализ.

Анализ имеющейся информации позволяет сформировать алгоритм направления для систематизации научных исследований по конкретным химико-технологическим процессам в виде принципов научной организации технологических схем, который можно представить в нижеследующем виде:

-подробный литературный обзор и патентный поиск с выявлением наиболее важных перемен в технологиях выбранных процессов, возникших в период перестройки;

-математическое описание процессов и адаптация их к намеченному процессу;

-анализ имеющейся информации о кинетике и механизме выбранного процесса и выбор наиболее вероятного;

-выбор готовых компьютерных программ расчета и интенсификации рассматриваемого процесса или создание конкретных программ для анализируемой технологии;

-проведение машинного эксперимента по расчету вероятных и запрещенных режимов работы реакторных блоков с творческим подходом к поиску лимитирующих стадий процессов и возможных путей их устранения;

-проведение прямых сравнений результатов действующего производства с расчетными данными по выбранной математической модели;

-своевременное патентование предлагаемых решений по изменению или интенсификации анализируемого процесса;

-введение конструктивных изменений в существующие технологии и реакторные блоки.

Такой анализ позволяет выявить морально устаревшие технологии и в условиях импортозамещения не повторять последовательно ошибки предыдущих исследователей, а найти варианты оптимизации, позволяющие вывести их в разряд перспективных. Для решения этих вопросов применение системного анализа будет наиболее плодотворным.

В названной системе «Химическая технология-химический продукт» можно выявить подсистемы, которые в комплексе могут составлять системы второго уровня. С этих позиций возможны системы «реакционная среда-катализатор», «синтез метанола-реактор» и ряд других, которые независимо можно рассматривать с позиций самоорганизации, саморегулирования и самоуправления.

Кибернетические свойства, проявляемые системой «Реакционная среда-катализатор», заключаются в следующем:

-самоорганизация - это адсорбция реакционной среды на поверхности катализатора. Процесс происходит самостоятельно в соответствии с закономерностями явления адсорбции;

-саморегулирование - процесс поверхностной диссоциации адсорбированных компонентов реакционной среды, протекающий по известным химическим законам;

-самоуправление - процесс миграции диссоциированных частей реагирующих компонентов по свободным активным центрам поверхности катализатора, с образованием активированного комплекса, с переводом его через энергетический барьер для последующего распада на продукты реакции и свободные активные центры катализатора. Закономерности протекания этих процессов определяются «Теорией абсолютных скоростей химических реакций». Так через системный анализ может быть выражена философия выбранной каталитической реакции синтеза метанола, позволяющая анализировать ее с применением закономерностей системного анализа, определять скорости элементарных стадий, выявлять направления смещения термодинамического равновесия и поддаваться соблазну поиска лимитирующих стадий всего процесса в целом.

Применительно к выбранному процессу кибернетические свойства системы «синтез метанола-реактор» можно выявить при использовании

обратной связи по возможной самонастройке технологии его синтеза при коррекции состава реакционной среды после каждой полки четырехполочного адиабатического реактора. Рассматриваемый реактор пока не может самостоятельно соблюдать принципы самоорганизации, саморегулирования и самоуправления и коррекцию состава реакционной среды после каждой полки можно осуществлять с помощью алгоритмизации кинетики процесса. В промышленных условиях все это возможно заранее заложить в конструкцию системы автоматического регулирования реактора в целом с использованием компьютерной автоматической программы.

В данной работе, в отличие от известных методов получения метанола, предлагается осуществлять самонастройку указанного техносферного объекта по определенной программе, составленной на основании механизма и кинетики синтеза метанола выбрана схема механизма (Б) и, проведением компьютерного машинного эксперимента, осуществлять коррекцию реакционной смеси на разных полках реактора путем ввода индивидуальных исходных компонентов: оксидов углерода, водорода, или их смесей разного состава. Составы вводимых смесей определяются исходя из перечисленных законов и принципов равновесия. Система является детерминированной и межполочный состав реакционной смеси можно определить расчетным путем.

Исследуемый адиабатический реактор, несмотря на достаточно высокую производительность, страдает существенным рециклом и энергопотреблением. Первоначальный развал молекулы метана на составные части порождает термодинамическую обратимость и необходимость проведения процесса в газовой фазе. Предлагаемый алгоритм анализа позволяет принять данный реактор за кибернетическую систему, к которой вполне применимы положения вышеперечисленных принципов. В этом случае реактор превращается в самонастраивающуюся систему с признаками самоорганизации, саморегулирования и самоуправления, т.е. кибернетическую систему. Становится возможным поиск вариантов смещения термодинамического равновесия режимов работы каждой полки реактора и эффективность реактора в целом может быть существенно повышена.

Существенный интерес вызывает межполочная реализация следующих воздействий:

-дополнительный межполочный ввод диоксида углерода, как непосредственного реагента в реакции образования метанола с целью возможного увеличения производительности реактора с полным расчетом функции отклика в виде результатов получаемых итоговых технологических параметров;

-дополнительный ввод водорода с целью уменьшения количества побочных реакций, приводящих к снижению выделяющегося в процессе тепла, что благоприятно отразится на сроке службы катализатора;

-дополнительный ввод смеси диоксида углерода и водорода с целью увеличения производительности и снижения температуры катализатора по

полкам, а также утилизации диоксида углерода, являющегося парниковым газом;

-дополнительный ввод оксида углерода на полки катализатора с целью удаления продукта целевой реакции(воды), в результате чего образуются реагенты целевой реакции со смещением термодинамического равновесия в сторону образования метанола и существенного увеличения производительности реактора.

Исследование опиралось на использование компьютерных лицензированных программ «Mathcad» и «Технолог». На основании кинетических уравнений реакций, изложенных в работе [6], была составлена математическая модель реакции синтеза метанола с ее коррекцией согласно измененных взглядов на механизм и лимитирующие стадии процесса. С ее помощью, с использованием названных программ проведены необходимые расчеты.

Система «синтез метанола – реактор» в пределах до термодинамического ограничения ведет себя так, как это следует из системного анализа и предписывается фундаментальными законами. Необходимо рассчитывать константу равновесия и равновесную степень превращения, т.е. создавать условия наиболее благоприятные, с позиций системного анализа, по самоорганизации саморегулированию и самоуправлению (ССС). Однако, динамика изменения состава контактного газа по полкам катализатора накладывает дополнительные ограничения. Так образование реакционной воды приводит к ее адсорбции на активных центрах катализатора и блокировке их участия в элементарных актах образования активированных комплексов, через которые протекает реакция. Это приводит к изменению суммарной производительности каталитических полок по нарастанию и во времени, так как существенно изменяется способность системы к ССС.

В этом случае представляет существенный интерес оценивать эти колебания и подбирать к ним механизмы регулирования. При образовании метанола по схеме (Б) возможны два подхода:

1) Для активации системы к ССС возможна дополнительная дозировка необходимых компонентов на полки, на которых не достигнута равновесная их степень превращения. Если судить по базовым результатам работы реакторов, то с высокой степенью достоверности можно утверждать, что **процессы самоорганизации** полок в базовом варианте проявляются слабо. Полки работают в условиях значительного отклонения от термодинамического равновесия, и устранение этого позволит существенно повысить производительность реакторов. Возможно введение на каждой полке внутренней рециркуляции реакционной смеси. В этом случае произойдет интенсификация работы каждой полки по производительности, равной реактору в целом. Каждая полка по самоорганизации будет работать как самостоятельный реактор. Для активации недостаточно эффективных полок **к саморегулированию** возможна точечная дозировка на выделенные полки компонентов, связывающих один из продуктов, определяющих равновесную степень превращения, т.е. активировать способность полок к

саморегулированию. Например, для устранения влияния адсорбированных паров воды на активность катализатора возможна точечная дозировка оксида углерода с реализацией на ней реакции «водяного пара», освобождающей активные центры катализатора и поставляющей в реакционную смесь дополнительные молекулы диоксида углерода и водород.

Данный результат связан, видимо, с тем, что реализация реакции равновесия «водяного газа» усилит способность системы к самоуправлению, так как создаст условия для более интенсивного протекания внутреннего рецикла паров воды, т.е. усилит кибернетическую синхронизацию параллельно идущих реакций синтеза метанола и диоксида углерода с водородом.

Проведенные расчеты позволили выявить роль отдельных компонентов реакционной смеси в механизме превращения и предложить стадии, имеющие практическое значение. Так введение внутреннего рецикла по CO_2 и H_2O позволило выявить роль оксида углерода в механизме синтеза метанола. Практическая реализация этого приема с введением оксида углерода на каталитические полки адиабатического реактора, производительностью 450.0 тыс.т./г, может привести к увеличению его производительности на 25-30% и более [7], по сравнению с базовым вариантом.

Перечисленные варианты расчетов воздействия на систему «синтез метанола–реактор» протекают в пределах термодинамических ограничений и свидетельствуют лишь о том, что при более внимательном управлении этим процессом можно получать существенные положительные результаты.

2) Поиск вариантов более существенного смещения термодинамического равновесия возможен через выявление других вариантов механизма синтеза метанола с возможностью его получения в сопряженных реакциях с участием метана, или другими методами активации одной из С – Н связей в молекуле метана с вклиниванием по ней атома активного кислорода [8].

Предварительные расчеты в этом направлении по данной методологии возможны. Например, поддержания одинаковых концентраций реагирующих компонентов по всем полкам. Это может открыть возможность создания многополочных реакторов (8-10 полок), на которых с помощью расчетной дозировки создаются условия одновременного протекания указанных реакций с их максимальной способностью к ССС. Не исключена возможность появления катализаторов, реализующих реакцию синтеза метанола в газофазных условиях с участием метана, или с созданием катализаторов с нанесенными жидкофазными комплексами. Метанол слишком важный продукт в жизни социума и в ближайшей перспективе в реакции его синтеза должны быть найдены механизмы без глобального рецикла и существенного энерго- и ресурсопотребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мехонцева Д.М. Универсальная теория самоуправления и управления. - Изд. 2-е. – Красноярск: Универс, ПСК «Союз». - 2001. - 416 с.
2. Акимова Т.А., Теоретические основы организации эколого-экономических систем.- Экономика природопользования. ВИНИТИ, №4, 2003, с.3.
3. Берталанфи Л. Общая теория систем. Исследование по общей теории систем. - М.: 1968. - 125 с.
4. Сухомлинов В.В. «Механизмы самосохранения системы в современном социуме», Материалы второго Всероссийского постоянно действующего научного семинара «Самоорганизация устойчивых целостностей в природе и обществе».
5. Урсул А.Д., Демидов Ф.Д. Образование для устойчивого развития: научные основы. М.: РАГС, 2004.
6. А.Я. Розовский, Г.И. Лин. Теоретические основы процесса синтеза метанола, Москва, Химия. 1990, 272с.
7. Чариков Ю.В., Чариков А.В., Щукин В.П. «Способ синтеза метанола». Патент, заявка №201256050/20(088710) от 24.12.2012.
8. В.П. Щукин, В.Ю. Зотов Катализ низших предельных углеводородов Тольятти, 2013, Кассандра – 125 с.

FIFTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2015

16-20 September 2015, Samara-Togliatti, Russia

METHANOL AND PROMISING ENVIRONMENTALLY BETTER PROCESSES OF IT'S SYNTHESIS

V.P. Schukin, Y.V. Tcharikov
Togliatti State University, Togliatti, Russia

Environmental safety processes are largely determined by the perfection of the principles laid their foundation. The principle of the scientific organization of technological schemes used as a tool for analysis of chemical-engineering processes allows to identify weaknesses of various technologies and to suggest the ways to improve the performance of processes, thereby reducing the specific environmental impact of a wide range of industrial facilities. From this point of view in this paper the technology of synthesis of methanol is considered.

МЕТАНОЛ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЕГО СИНТЕЗА

В.П. Щукин, Ю.В. Чариков
Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

Экологическая безопасность технологических процессов в большей степени определяется совершенством принципов положенных в их основу. Принцип научной организации технологических схем, используемый как инструмент анализа химико-технологических процессов позволяет выявить слабые места различных технологий и предположить пути повышения производительности процессов, тем самым сокращая удельное воздействие на окружающую среду широкого спектра промышленных объектов. С этой точки зрения в данной работе рассматривается технология синтеза метанола.

Одним из наиболее эффективных технических методов защиты окружающей природной среды является совершенствование существующих технологий. Наиболее показательным примером, подтверждающим данное утверждение, является разработка в 1-й половине 20-го века Г.К. Боресковым гетерогенного барий-алюмо-ванадиевого катализатора окисления SO_2 в SO_3, ликвидирующего применявшийся гомогенный катализатор (оксиды азота), выбросы которого неимоверно отравляли природу вокруг сернокислотных заводов. Данный подход вполне применим ко многим технически, или морально устаревшим технологиям.[1]

Метанол является сырьем для реализации многих химико-технологических процессов и вырабатывается промышленностью в больших количествах. Так, в настоящее время мировой спрос на метанол составляет порядка 70 млн.т метанола в год, а по прогнозу в ближайшее время этот объем должен

возрасти до 90 млн.т. [2]. Метанол эффективен как топливо, широко используется в перспективных электрохимических генераторах и ряде других органических синтезах. Несомненно, что получение таких объемов метанола будет оказывать существенное влияние на окружающую природную среду и в этом случае возможна интенсификация процесса его синтеза с помощью использования принципов научной организации технологических схем.

Синтез метанола опирается на метан, из которого получают исходное сырье – водород. Первоначальный развал молекулы метана на исходные «кирпичи», из которых синтезируется метанол, порождает стадийность и обратимость процесса. Для получения чистого водорода в больших количествах технология его синтеза оснащена сложным оборудованием, требует больших энергетических затрат на использование рецикла. В связи с этим требуется разработка более совершенной технологии его синтеза.

В данной статье представлены результаты исследования механизма реакции синтеза метанола, анализируются возможности смещения термодинамического равновесия, с поиском вариантов, устраняющих отмеченные недостатки.

Существенно модернизировать технологию синтеза метанола, повысить ее экологическую и промышленную безопасность возможно, если использовать исследования по механизму реакции, проведенные А.Я. Розовским с сотрудниками более четверти века назад, позволяющие по новому подойти к проектированию технологической схемы его синтеза [3,4,5]. Его результаты по образованию метанола из диоксида углерода до сих пор по достоинству не оценены, хотя подтверждением этому является тот факт, что в исследованиях использованы радиационные методы и в промышленных условиях синтез метанола осуществляется из газовой смеси, содержащей кроме водорода и оксида углерода так же диоксид углерода.

В настоящее время существуют и конкурируют две схемы механизма синтеза метанола. Схема (А) опирается на две **последовательно** протекающие реакции, по одной из которых из оксида углерода и водорода образуется метанол, а по другой происходит восстановление диоксида углерода в оксид. Требования данной схемы многие годы учитывались при разработке и совершенствовании технологической схемы его получения. Разработаны и введены в эксплуатацию адиабатические реакторы с производительностью до 500.0 тыс.т./ г. и изотермические – «миллионники». К сожалению, данный путь совершенствования процесса синтеза метанола можно отнести к «экстенсивным» методам. Они были обоснованы и справедливы в 60-х годах прошлого века, когда институтом Катализа СО АН СССР впервые, при участии М.Г. Слинько, был построен первый изотермический реактор. В настоящее время все это требует перехода на новую ступень совершенствования технологии с привлечением сведений по кибернетическим методам управления данными процессами и другим механизмам его синтеза.

Более 25 лет назад А.Я. Розовским с помощью радиационных методов была надежно обоснована схема механизма синтеза метанола (схема Б),

опирающаяся на две **параллельно** протекающие реакции, по первой из которых происходит образование метанола из диоксида углерода и водорода, а по второй, кибернетически связанной с первой, – реакция равновесия «водяного газа», освобождающая поверхность катализатора от реакционной воды.

Наиболее убедительным доводом в пользу изложенных сведений о необходимости перехода объяснения механизма синтеза метанола по схеме (Б) является пополочный анализ концентраций компонентов и выхода метанола.

Исследовать механизм реакции возможно с помощью постадийного изучения технологического процесса в 4-хполочном адиабатическом реакторе, в котором конструктивно, к сожалению, нельзя осуществлять межполочное воздействие на технологический режим. В научном же плане такой анализ вполне возможен В расчетах использованы компьютерные программы Mathcad, ТЕХНОЛОГ с введением в них некоторых требований схемы (Б). С целью поиска возможных режимов, способствующих смещению термодинамического равновесия в сторону образования метанола произведены расчеты потока газа через полки с катализатором. Путем видоизменения состава контактного газа после каждой полки введением в него оксидов углерода и водорода, или их разных смесей по математической модели Розовского [4], выявлено, что существенно сместить равновесие (до 30%) в сторону образования метанола можно удалением воды химическим ее связыванием оксидом углерода по реакции равновесия водяного газа. Подтверждением этого являются сведения, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Выход метанола и производительность катализатора по каждой полке

Номер полки	Процент выхода метанола от равновесного состава, %	Производительность катализатора по метанолу
1	52.9	1017,4
2	23.7	643,3
3	14.2	340,6
4	9.2	227,0

Расчеты показывают, что на первых двух полках образуется более 76% от объема термодинамически возможного метанола. Третья и 4-я полки практически не работают. Анализ причин пониженной производительности этих полок приводит к выявлению их кибернетической связанности. Во время выхода реактора на стационарный режим, активные центры поверхности катализаторов всех 4-х полок покрыты адсорбционной водой. Это, при условии параллельного протекания реакций по схеме (Б), так же

приводит к снижению выхода метанола. Видимо, именно этот факт способствовал появлению мнения, что механизмы (А) и (Б) равнозначны.

Объектом исследования выбран четырехполочный адиабатический реактор производительностью 450 тыс. тонн метанола в год.

Механизм реакции синтеза метанола на Zn-Cu-Al катализаторах, с учетом работы Розовского, может быть представлен следующими стадиями образования метанола и диоксида углерода[3,4,5]:

1. $[Me^{+n}] \xrightarrow{+CO_2} [Me^{+n}] \cdot CO_2$

2. $[Me^{+n}] \cdot CO_2 \xrightarrow{+H_2} [Me^{+n}] \cdot CO_2 \cdot H_2$

3. $[Me^{+n}] \cdot CO_2 \cdot H_2 \xrightarrow{+2H_2} [Me^{+n}] \cdot H_2O + CH_3OH$

4. $[Me^{+n}] \xrightarrow{+H_2O} [Me^{+n}] \cdot H_2O$

5. $[Me^{+n}] \cdot H_2O \xrightarrow{+CO} [Me^{+n}] \cdot CO \cdot H_2O$

6. $[Me^{+n}] \cdot H_2O \cdot CO \longrightarrow [Me^{+n}] \cdot H_2 \cdot CO_2$

7. $[Me^{+n}] \cdot H_2 \cdot CO_2 \longrightarrow [Me^{+n}] + H_2 + CO_2$

Данный механизм по адсорбции диоксида углерода и последовательному присоединению ионов водорода с образованием метанола подтверждается работами Томских ученых, выявивших, что лимитирующей стадией процесса вполне реально может быть стадия адсорбции 3-х молекул водорода с их последующей диссоциацией на поверхности катализатора до ионного состояния.

Скорость процесса зависит от соотношения скоростей стадий (1-3) образования метанола и стадий (4-7), реакции равновесия водяного газа, способствующей очистке активных центров катализатора от адсорбированной воды. Для конструирования активного центра катализатора избрана наиболее известная в литературе каталитическая Zn-Cu-Al система, промотированная цирконием или бором. [6,7].

Предложенный механизм процесса синтеза метанола вполне логичен и наибольший интерес представляет практическое использование результатов исследований. Представленные результаты подтверждают эффективность и возможность использования выявленного противоречия в разработке принципиально новой наукоемкой схемы получения метанола с пополочной коррекцией состава контактного газа. Путем проведения маркетинговых исследований выявлена в ближайшие годы высокая актуальность синтеза метанола и, следовательно, необходимость совершенствования технологии

его синтеза в предлагаемом направлении существенно возрастет. Следовательно, возрастет интерес и к экологичности предлагаемой модернизации, так как при увеличении производительности реактора более чем на 30%, состав газовых выбросов остается практически неизменным [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боресков, Г.К. Катализ в производстве серной кислоты: монография / Г.К. Боресков— М.; Л: Госхимиздат, 1954.— 348 с.:
2. Взгляд в будущее, «Expert Online» 10 июль 2014.
3. Чариков Ю.В., Чариков А.В., Щукин В.П.«Способ синтеза метанола». Патент, заявка №201256050/20(088710) от 24.12.2012.
4. А.Я. Розовский, Г.И. Лин. Теоретические основы процесса синтеза метанола, Москва, Химия. 1990
5. Чариков Ю.В., Щукин В.П., Чариков А.В.Термодинамические основы совершенствования технологии синтеза метанола.
6. А.В. Кравцов, Е.В. Попок, Е.М. Юрьев. Математическое моделирование процесса синтеза метанола с помощью квантово-химических методов расчета. // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320, №3. – С. 73-78.
7. А.В. Кравцов, Е.В. Попок, Е.М. Юрьев. Изучение механизма превращения CO на Zn-CU-AL-катализаторе с помощью квантово-химических методов расчетов// Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 3, №3. – С. 69–72.

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

O.V. Atamanova, N.P. Lavrov. INCREASING OF INDUSTRIAL SAFETY OF CONSTRUCTIONS OF KURPSAYAKY HYDROMOUNT AND LOWER POND OF DAM DURING OPERATION OF SURFACE WATER DISCHARGE 3
О.В. Атаманова, Н.П. Лавров. ПОВЫШЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ КУРПСАЙСКОГО ГИДРОУЗЛА И НИЖНЕГО БЬЕФА ПЛОТИНЫ ПРИ РАБОТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОСБРОСА 3

S.V. Afanasyev, A.V. Kurbatov, G.N. Sukhanova. EXPERIENCE OF UTILIZATION OF VINICOR SYSTEM FOR CORROSION PROTECTION OF EQUIPMENT OF «TOGLIATTIAZOT» COMPANY..... 10
С.В. Афанасьев, А.В. Курбатов, Г.Н. Суханова. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВИНИКОР ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ В ОАО «ТОЛЬЯТТИАЗОТ» 10

S.V. Afanasyev, O.S. Roshchenko, G.I. Merzlikina. ABOUT CHARACTERISTIC OF RUBBER SKI-3NTP 15
С.В. Афанасьев, О.С. Рощенко, Г.И. Мерзликина. О СВОЙСТВАХ КАУЧУКА СКИ-3НТП 15

S.V. Afanasyev, O.S. Roshchenko, S.P. Sergeyev. INDUSTRIAL MOUNTS FOR NEUTRALIZATION OF GAS EMISSIONS CONTAINING FORMALDEHYDE AND NITROGEN OXIDES 22
С.В. Афанасьев, О.С. Рощенко, С.П. Сергеев. ПРОМЫШЛЕННЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФОРМАЛЬДЕГИД И ОКСИДЫ АЗОТА 22

S.V. Afanasyev, O.S. Roshchenko, S.V. Sergeyev. INDUSTRIAL MOUNTS IN PRODUCTION OF UREA-FORMALDEHYDE CONCENTRATE (UFC-85) 29
С.В. Афанасьев, О.С. Рощенко, С.П. Сергеев. ПРОМЫШЛЕННЫЕ АППАРАТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КФК-85 29

S.V. Afanasyev, S.A. Saykin, O.S. Roshchenko. LINE OF METHANOL RECOVERY FROM TANK BREATHING VAPOR 35
С.В. Афанасьев, С.А. Сайкин, О.С. Рощенко. ЛИНИЯ УЛАВЛИВАНИЯ МЕТАНОЛА ИЗ ПАРОВ ДЫХАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ 35

S.V. Afanasyev, E.V. Trofimova, G.I. Merzlikina. ON SOME ASPECTS OF FIRE EXTINGUISHING BY FLUOR ORGANIC SAS AT THE CHEMICAL PRODUCTION SITES 40

С.В. Афанасьев, Е.В. Трофимова, Г.И. Мерзликина. О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ФТОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПАВ НА ХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ 40

V.O. Bukhonov, A.V. Vasilyev, D.O. Bukhonov. FEATURES OF THE IMPLEMENTATION AND SOME RESULTS OF MEASUREMENTS OF LOCAL VIBRATION ON THE STEERING WHEEL OF THE CAR 46
В.О. Бухонов, А.В. Васильев, Д.О. Бухонов. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА РУЛЕВОМ КОЛЕСЕ АВТОМОБИЛЯ 46

E.V. Gogol, I.H. Mingazetdinov. DEVICE FOR PROCESSING OF PLASTICS . 51
Э.В. Гоголь, И.Х. Мингазетдинов. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС 51

V.S. Goncharov, N.S. Bulyakina. INCREASING OF VIBRATION SUSTAINABILITY OF FOUNDATIONS OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS 56
В.С. Гончаров, Н.С. Булякина. ПОВЫШЕНИЕ ВИБРОУСТОЙЧИВОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 56

V.S. Goncharov, T.V. Zimina. COMPLEX WASTE WATER TREATMENT DURING USING OF RESOURCES SAVING TECHNOLOGIES 63
В.С. Гончаров, Т.В. Зимина. КОМБИНИРОВАННАЯ ПЕРЕРАБОТКА СТОКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ 63

L.M. Zhuravleva. IMPROVING OF THE FUNCTIONING OF THE BOILER PLANT JSC "POKHVISTNEVO" 67
Л.М. Журавлева. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОАО «ПОХВИСТНЕВОЭНЕРГО» 67

E.S. Zhurilkina, V.A. Gulyaev. TECHNOLOGICAL APPROACHES TO DECISION OF THE PROBLEM OF WASTE WATER TREATMENT IN "TOGLIATTIKAUCHUK" COMPANY 72
Е.С. Журилкина, В.А. Гуляев. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ООО «ТОЛЬЯТТИКАУЧУК» 72

V.V. Kopyltsov, V.A. Taganova, A.A. Artemenko, S,Ya. Pichkhidze. TO THE QUESTION OF THERMO-OXIDIZING OF FITTINGS FOR RUBBER TECHNICAL PRODUCTS 76
В.В. Копыльцов, В.А. Таганова, А.А. Артеменко, С.Я. Пичхидзе. К ВОПРОСУ О ТЕРМООКСИДИРОВАНИИ АРМАТУРЫ ДЛЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ 76

N.I. Kosolapova, A.A. Miroshnichenko, I.B. Kometiani. POSSIBILITY OF USING OF WATER EXTRACT OF EXTERNAL КОРЫ *BETULA PENDULA ROTH* FOR MANUFACTURING OF BAKERY PRODUCTS OF FUNCTIONAL PURPOSE 81
Н.И. Косолапова, А.А. Мирошниченко, И.Б. Кометиани. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА ВНЕШНЕЙ КОРЫ *BETULA PENDULA ROTH* ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 81

B.A. Krishnevsky. ENGINEERING METHOD OF ACOUSTICAL COMPLETION OF MACHINES AND MECHANIZMS IN CONDITIONS OF PRODUCTION AND EXPLOITATION UP TO PS-70 LEVEL OF REQUIREMENTS 86
Б.А. Кришневский. ИНЖЕНЕРНЫЙ СПОСОБ АКУСТИЧЕСКОЙ ДОВОДКИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДО УРОВНЯ ТРЕБОВАНИЙ ПС-70 86

B.A. Krishnevsky, M.A. Fedorovich. IMPROVEMENT OF NOISE VALUES OF INDUSTRIAL ASYNCRONOUS ELECTRICAL ENGINES IN CONDITIONS OF PRODUCTION 92
Б.А. Кришневский, М.А. Федорович. УЛУЧШЕНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМЫШЛЕННЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА 92

E.V. Maksina, V.V. Ermakov. BIOLOGICAL WASTE DEHYDRATION OF POLYMER DRILLING FLUID 98
Е.В. Максина, В.В. Ермаков. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩЕГО БУРОВОГО РАСТВОРА 98

S. A. Maltseva, A. A. Kulakov, N. V. Kremleva. INCREASE OF ECOLOGICAL SAFETY IN THE IMPLEMENTATION OF SYSTEMS FOR TREATING INDUSTRIAL-STORMWATER ENTERPRISE RUBBER-TECHNICAL PRODUCTS 104
С.А. Мальцева, А.А. Кулаков, Н.В. Кремлева. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ РЕЗИНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ 104

P.A. Melnikov, D.S. Kadochkin, A.N. Popov. DEVELOPMENT OF SYSTEM OF FILTRATION AND ADAPTIVE CONTROL OF AIR QUALITY IN ENCLOSED SPACES 108
П.А. Мельников, Д.С. Кадочкин, А.Н. Попов. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ И АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОЗДУХА В ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ 108

G. B. Muravyov. FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE IN SYSTEM TECHNICAL COLLEGE – TECHNICAL UNIVERSITY 115
Г.Б. Муравьёв. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ - ТЕХНИЧЕСКИЙ ВУЗ 115

E. V. Muravyova, V. L. Romanovsky. APPLIED TECHNOSPHERE RISKOLOGY – MIDLLE BINARY DIRECTION IN RISK MANAGEMENT TECHNOSPHERE COMPLEXES 121
Е.В. Муравьёва, В.Л. Романовский. ПРИКЛАДНАЯ ТЕХНОСФЕРНАЯ РИСКОЛОГИЯ - МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РИСК-МЕНЕДЖМЕНТЕ ТЕХНОСФЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ 121

E. V. Muravyova. THE QUALITY OF TECHNICAL EDUCATION AS A FACTOR IN THE FORMATION OF A SAFE ENVIRONMENT 129
Е.В. Муравьёва. КАЧЕСТВО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ 129

M.A. Musaeva, M.A. Takaeva, L.Sh. Mahmudova, H.K. Hataeva. DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR IMPROVED OIL WAVE TOPPING PROCESSING METHODS 135
М.А. Мусаева, М.А. Такаева, Л.Ш. Махмудова, Х.К. Хатаева. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ОТБЕНЗИНИВАНИЯ НЕФТЕЙ ВОЛНОВЫМИ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ 135

S.K. Petrov, A.Y. Oleynikov, A.A. Lubianchenko, I.S. Tolokonnikov. DESIGN OF MUFFLER OF DIESEL-GENERATOR MOUNT AND CARRYING OUT OF ITS VIBRATIONAL-ACOUSTICAL EXPERIMENTAL TESTING 124
С.К. Петров, А.Ю. Олейников, А.А. Лубянченко, И.С. Толоконников. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЛУШИТЕЛЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ПРОВЕДЕНИЕ ЕГО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ 124

A.A. Pimenov, A.V. Vasilyev. METHODOLOGICAL APPROACHES OF CREATION OF TECHNOLOGY OF RESOURCES RESTORATION 150
А.А. Пименов, А.В. Васильев. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСУРСОВОССТАНОВЛЕНИЯ 150

O.N. Pobol, I.N. Statnikov, G.I. Firsov. PROBLEMS OF EVOLUTIONAL PLANNING OF MECHANICAL SYSTEMS ON ENVIRONMENTAL AND ACOUSTIC CRITERIA 154
О.Н. Поболь, И.Н. Статников, Г.И. Фирсов. ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ЭКОЛОГО-АКУСТИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ 154

V.V. Svetlov. FEATURES OF TECHNOLOGICAL NOISE BARRIERS 161
В.В. Светлов. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ 161

Yu.P. Tereshchenko, A.V. Vasilyev, V. V. Zabolotskikh, I.O. Tereshchenko. INCREASING OF THE EFFICIENCY OF MICROBIOLOGICAL TREATMENT OF GAS EMISSIONS IN BIOSORBER WITH POLYMER MATERIAL 163
Ю.П. Терещенко, А.В. Васильев, В.В. Заболотских, И.О. Терещенко. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ В БИОСОРБЕРЕ С ПОЛИМЕРНОЙ НАСАДКОЙ 163

N.A. Fenyuk, A.V. Vasilyev. MANAGEMENT OF LABOR SAFETY DURING EXPLOITATION OF ELECTRICAL PLANTS WITH APPLICATION OF INFORMATION SUPPORT 173
Н.А. ФЕНЮК, А.В. ВАСИЛЬЕВ. УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ 173

N.S. Chernov. ECO-FRIENDLY HIGH-EFFICIENT COILED HEAT EXCHANGERS FOR THE COOLING SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL MACHINES 179
Н.С. Чернов. ЭКОЛОГИЧНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ЗМЕЕВИКОВЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 179

O.G. Chudakova, A.V. Zhelovitskaya. INNOVATIVE SOLUTIONS FOR FLOUR-GRINDING PRODUCTION AND BAKING ENTERPRISES 187
О.Г. Чудакова, А.В. Желовицкая. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МУКОМОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ 187

A. P. Shaykin, P. V. Ivashin, N.A. Durmanova, I. R. Galiev. INFLUENCE OF WIDTH OF ZONE OF TURBULENT COMBUSTION ON CONCENTRATIONS OF UNBURNED HYDROCARBONS 190
А.П. Шайкин, П.В. Ивашин, Н.А. Дурманова, И.Р. Галиев. ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ЗОНЫ ТУРБУЛЕНТНОГО ГОРЕНИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ НЕСГОРЕВШИХ УГЛЕВОДОРОДОВ 190

A. P. Shaykin, P. V. Ivashin, D.A. Pavlov, N.A. Durmanova. ESTIMATION OF CHARACTERISTIC OF OPERATION OF GAZ ENGINE DURING HYDROGEN ADDING INTO METHANE-AIR MIXTURE 192

А.П. Шайкин, П.В. Ивашин, Д.А. Павлов, Н.А. Дурманова. ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ДОБАВКЕ ВОДОРОДА В МЕТАНОВОЗДУШНУЮ СМЕСЬ 192

V.A. Shakun, T.N. Nesterova, O.A. Mazurin. PROBLEMS OF RATIONAL USING OF DILUTED IZOAMULENE FRACTIONS 208
В.А. Шакун, Т. Н. Нестерова, О. А. Мазурин. ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗБАВЛЕННЫХ ИЗОАМИЛЕНОВЫХ ФРАКЦИЙ 208

A.E. Shashurin, J.S. Boyko, V.V. Svetlov. FORMATION OF THE SOUND FIELD NEAR NOISE BARRIERS IN NATURAL CONDITIONS 213
А.Е. Шашурин, Ю.С. Бойко, В.В. Светлов. ОБРАЗОВАНИЕ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ ШУМОЗАЩИТНОГО ЭКРАНА НА ПРИМЕРЕ ИСПЫТАНИЙ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ 213

A.E. Shashurin, J.S. Boyko, V.V. Svetlov. DETERMINATION OF SOUND PROOFING AND SOUND ABSORPTION OF NOISE BARRIERS IN NATURAL CONDITIONS 218
А.Е. Шашурин, Ю.С. Бойко, В.В. Светлов. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ И ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ ШУМОЗАЩИТНОГО ЭКРАНА В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ 218

V.P. Schukin, Y.V. Tcharikov. SYSTEM-CYBERNETIC TREATMENT FOR ECOLOGICAL INTENSIFICATION OF CHEMICAL TECHNOLOGY PROCESSES 222
В.П. Щукин, Ю.В. Чариков. СИСТЕМНО-КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 222

V.P. Schukin, Y.V. Tcharikov. METHANOL AND PROMISING ENVIRONMENTALLY BETTER PROCESSES OF IT'S SYNTHESIS 229
В.П. Щукин, Ю.В. Чариков. МЕТАНОЛ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЕГО СИНТЕЗА 229

Научное издание

ELPIT 2015

Volume 6 Том 6

SCIENTIFIC SYMPOSIUM
"PROBLEMS AND INNOVATIVE DECISIONS IN THE FIELD OF ENGINEERING PROVISION OF ECOLOGICAL AND INDUSTRIAL SAFETY OF URBAN TERRITORIES"

НАУЧНЫЙ СИМПОЗИУМ
"ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ"

пятого международного экологического конгресса (седьмой Международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2015"

Россия, Самарская область, гг. Самара, Тольятти,
Самарский научный центр РАН
Самарский государственный технический университет

16-20 сентября 2015 г.

EDITOR: DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCE, PROFESSOR ANDREY VASILYEV

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР: Д.Т.Н., ПРОФЕССОР А.В. ВАСИЛЬЕВ

Подписано в печать 14.12.2015г.
Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Печать оперативная.
Усл. печ. л. 13,95
Тираж 80 экз. Заказ № 1014.

Отпечатано в типографии АНО «Издательство СНЦ»
443001, г. Самара, Студенческий пер., 3А
тел.: (846) 242-37-07