

**«Разработка и создание производств уникальных
кремнийорганических жидкостей,
работоспособных в экстремальных условиях, с
созданием сырьевой базы».**

Стороженко П.А., Ендовин Ю.П., Левенто И.Ю.,

Монин Е.А., Нацюк С.Н.,

Ряховский А.С., Демченко А.И.

Реферат-презентация

«Разработка и создание производств уникальных кремнийорганических жидкостей, работоспособных в экстремальных условиях, с созданием сырьевой базы»

Государственный научный центр РФ АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений»

(ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС»)

Авторский коллектив:

Стороженко Павел Аркадьевич, руководитель работы, академик РАН, доктор химических наук, профессор, временный генеральный директор Государственного научного центра РФ АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений»;

Ендовин Юрий Петрович, кандидат химических наук, начальник лаборатории Государственного научного центра РФ АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений»;

Левенто Игорь Юлианович, кандидат технических наук, начальник лаборатории Государственного научного центра РФ АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений»;

Монин Евгений Алексеевич, кандидат химических наук, начальник лаборатории Государственного научного центра РФ АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений»;

Нацюк Сергей Николаевич, старший научный сотрудник Государственного научного центра РФ АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений»;

Ряховский Александр Сергеевич – главный инженер филиала «Силан» Государственного научного центра РФ АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений».

Демченко Анатолий Игнатьевич, кандидат химических наук, ведущий специалист Инновационно-технологической лаборатории федерального государственного бюджетного учреждения науки Института элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук (ИНЭОС РАН);

Прогресс в развитии электроники, авиакосмической и военной техники тесно связан с использованием в конструкциях, узлах и агрегатах новых материалов, работоспособных в экстремальных условиях. Кремнийорганические соединения и материалы на их основе, названные продуктами 21 века, обладают комплексом уникальных эксплуатационных свойств, определивших их широкое применение как в изделиях специальной техники, так и в гражданских отраслях экономики. Кремнийорганические жидкости используются в гидравлических системах и амортизаторах, компонентах различных герметиков, компаундов, пластичных смазок, гидрофобизирующих составов и др. Основой большинства кремнийорганических жидкостей, используемых за рубежом, являются полиметилсилоксаны, которые не обеспечивают требуемый комплекс свойств.

Относительно высокие температуры стеклования делают невозможным применение этих жидкостей при температурах ниже минус 55 °С. Это особенно важно для авиационных и космических летательных аппаратов, а также для наземной техники военного и гражданского назначения, работающей в условиях низких температур. Плохие смазывающие свойства полиметилсилоксанов сильно ограничивают область применения этих веществ в качестве смазок. Наконец, полиметилсилоксановые жидкости несовместимы с рядом органических сред, что затрудняет, а часто делает и совсем невозможным, их использование, например, для гидрофобизации строительных конструкций.

Поэтому в ГНИИХТЭОС был проведен большой комплекс исследований по синтезу не имеющих мировых аналогов кремнийорганических жидкостей на основе полиэтилсилоксанов, которые имеют существенные преимущества по сравнению с аналогичными производными с метильными группами в молекуле.

Из-за увеличенного объема этильных заместителей у кремния эти соединения обладают значительно большей гидролитической стабильностью, чем их метильные аналоги, поэтому срок эксплуатации материалов на основе полиэтилсилоксанов возрастает в несколько раз.

Этильные заместители препятствуют плотной упаковке полиэтилсилоксановых цепей, ослабляя межмолекулярное взаимодействие и приводя к значительному снижению температуры застывания этилсилоксанов до минус 110°С, что расширяет температурные

пределы эксплуатации этилсилоксановых жидкостей до -100°C и более. Это особенно актуально для применения полиэтилсилоксанов в условиях Арктики.

Высокая гидрофобизирующая способность и растворимость практически во всех органических растворителях делают этилсилоксановые жидкости незаменимыми для защиты техники и строительных конструкций от коррозии и атмосферных воздействий.

В связи с изложенным основным содержанием представленной работы явился многоплановый комплекс научных исследований, технических, технологических и организационных решений по разработке и созданию производств новых уникальных кремнийорганических жидкостей на основе полиэтилсилоксанов, работоспособных в экстремальных условиях, а также создание отечественной сырьевой базы для их получения

Результаты работ

Для обеспечения надежного функционирования техники военного и гражданского назначения, защиты строительных конструкций от неблагоприятных факторов окружающей среды разработаны:

❖ Способ получения этоксисиланов прямым синтезом из кремния и спирта, а также этилэтоксисиланов – реакцией этилмагнийхлорида с тетраэтоксисиланом в обеспечение сырьевой базы для гидравлических жидкостей;

❖ Прямой синтез этилхлорсиланов из металлургического кремния и хлористого этила – сырья для полиэтилгидридсилоксановых гидрофобизирующих жидкостей;

❖ Технологии получения полиэтилсилоксановых жидкостей марок 7, 132-24, 132-316 гидролизом этилэтоксисиланов с последующей каталитической перегруппировкой смеси полиэтилсилоксанов и технология получения уникального гидрофобизатора – жидкости 136-41 на основе согидролиза этилдихлорсилана и триметилхлорсилана.

Все вышеперечисленные технологии апробированы в лабораторных условиях, а также на опытных установках. Разработано аппаратурно-технологическое оформление процессов. Создана, согласована и утверждена технологическая документация: лабораторные, опытные регламенты; разработаны исходные данные на проектирование, выполнены проекты опытных и промышленных производств, разработаны промышленные технологические регламенты и инструкции по технике безопасной работы по всем процессам.

Созданы опытные и промышленные установки получения кремнийорганических жидкостей №№ 7, 132-24, 132-316 и 136-41, освоен выпуск этих продуктов, что позволило в полном объеме удовлетворить потребности оборонно-промышленного комплекса и гражданских отраслей России в данных материалах, обеспечив их ритмичные поставки.

Выводы:

- 1. Разработаны прямой метод синтеза этоксисиланов из кремния и спирта, этилэтоксисиланов реакцией этилмагнийхлорида с тетраэтоксисиланом и прямой синтез этилхлорсиланов из металлургического кремния, что позволило создать отечественную сырьевую базу для производства полиэтилсилоксановых и этилгидридполисилоксановых жидкостей.
- 2. На отечественной сырьевой базе созданы технологии получения этил- и этилгидридсилоксановых жидкостей №№7, 132-24, 132-316 и 136-41, работоспособных в экстремальных условиях (температуры от -60 до +200°C, давления - от глубокого вакуума до 21 атм., высокая влажность и т.п.).
- 3. Созданы опытные и промышленные установки получения кремнийорганических жидкостей с этильными заместителями и сырья для их производства, что позволило в полном объеме удовлетворить потребности оборонно-промышленного комплекса и гражданских отраслей России в данных материалах, обеспечив их ритмичные поставки.
- 4. Результаты работы внедрены и успешно используются во целым рядом предприятий авиационной, космической и специальных отраслей промышленности (ИСС им. Решетнева, АО «Научно-производственная корпорация Уралвагонзавод», АО «ГКНПЦ имени М.В. Хруничева», ОАО «Композит», ГНЦ РФ «ВИАМ», АО «ВНИИ НП» и многих других), а также при строительстве морских сооружений в Кольском заливе, на Азовском море, в Сивашских озерах, при строительстве Зейской ГЭС, комплекса защитных дамбовых сооружений в Санкт-Петербурге и Московского международного делового центра «Москва-Сити», при ремонте Останкинской телебашни и при реставрации памятника «Родина-мать зовёт!» в городе Волгограде.
- 5. В период с 2000 по 2019 г.г. выпущено более 2800 тонн различных полиэтилсилоксановых жидкостей на сумму более 2 млрд. рублей. Экономический эффект от внедрения результатов работы только в строительстве составил более 70 млрд. рублей.