

Аннотация

В докладе представлена информация по работам ОАО «НИИХИММАШ» в области развития отечественного фильтрования, усовершенствования отечественных центрифуг типа ОГШ-320, создания современных сушильно-технологических комплексов разработки и внедрения новых систем пылегазоочистки, водоподготовки, безопасной и безотходной технологии переработки твердых бытовых отходов, а также в области неразрушающего контроля и технического диагностирования оборудования химических и нефтехимических производств.

УДК 66.02

***Состояние и перспективы создания высокоэффективного конкурентноспособного оборудования для химической и других отраслей промышленности с использованием новых ресурсосберегающих технологий.
Комплексное диагностирование – главный критерий безопасной эксплуатации***

П.А. Харин, Ю.В. Гутин, А.С. Королев, Э.Л. Ламм, О.Р.Иванов, В.В.Михайлов, Э.Г. Новицкий, В.А. Бобров, Т.Л. Харламова, М.П. Яковлев
ОАО «НИИХИММАШ» г. Москва

Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения (НИИХИММАШ) более 60 лет является головным институтом в области химического машиностроения. В этот период своей деятельности коллективом института внесен значительный вклад в развитие химической, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей, микробиологической целлюлозно-бумажной, пищевой и др. отраслей промышленности и охрану окружающей среды.

Были разработаны и совместно с заводами отрасли освоены серийные производства сотни конструкций всех известных в мировой практике фильтров, центрифуг, центробежных сепараторов, компрессоров, сушильного, экстракционного и другого оборудования.

Предприятиями отрасли по разработкам института комплексно поставлено и внедрено оборудование для десятков технологических линий по производству аммиака, нитрофоски, аммофоса, экстракционной и термической фосфорной кислоты, хлористого калия и др.

В последующий сложный для института период – снижение развития химической промышленности, резкое сокращение спроса на научно-техническую

продукцию НИИХИММАШ сохранил основные направления своей деятельности.

Эти направления можно характеризовать следующим:

1. Состояние и перспективы развития фильтровального оборудования.

Промышленные фильтры для разделения жидкостей остаются одним из основных видов оборудования, используемых в технологических процессах химической, горно-химической, железорудной, угольной, нефте-химической, пищевой и других отраслях промышленности. Типы фильтров чрезвычайно разнообразны, что в значительной степени объясняется различием свойств обрабатываемых продуктов и предъявляемых к процессу фильтрования требованиями производства. В связи с этим отечественными производителями до 1991 года было освоено 268 типоразмеров фильтров. В соответствии с принятой специализацией в советский период, машиностроительными заводами России были: Уралхиммаш, Пензхиммаш, Кемерово-химмаш, которые выпускали 160 типоразмеров фильтров, и 108 типоразмеров производил завод «Прогресс» (г.Бердичев, Украина).

В настоящее время основными производителями промышленных фильтров остаются предприятия:

- АО «Пензхиммаш»
- ООО «Кемерово-химмаш»
- ОАО «Уралхиммаш»

В последние годы расширило номенклатуру и начало выпускать фильтр-прессы для химических производств и очистки шламов предприятие "Механический завод им.17 партсъезда" (г. Кострома).

Ранее это предприятие специализировалось только на фильтрах для пищевой промышленности (очистка вина, соков и подсолнечного масла) и не входило в систему химического машиностроения.

ОАО «Уралхиммаш» освоило производство нового дискового вакуум-фильтра с поверхностью фильтрации 100 м² для горно-обогатительных предприятий. Кроме того, завод ОАО «Уралхиммаш» начал выпускать фильтр-прессы с электромеханическим зажимом с поверхностью от 40 до 100 м², также ранее входившие в номенклатуру ПО «Прогресс». К производству фильтров приступило также ООО "Промтехнология" (г. Екатеринбург).

С целью расширения возможного объема заказов АО «Пензхиммаш» освоило выпуск ленточных вакуум-фильтров для калийной промышленности, поставка которых производилась ранее комбинатом «Chemienlagenbau Stassfurt» ГДР.

ОАО "Ансер – ГМ" (г. Москва) в 2003 г. освоило производство фильтр-прессов с ручным и механизированным зажимом плит и рам, изготовленных из полипропилена.

Учитывая значительный срок эксплуатации установленного на предприятиях фильтровального оборудования, который в ряде случаев достигает 35-40

лет, машиностроительные заводы расширяют поставку не только запасных деталей, но и узлов фильтров.

Существующие на предприятиях потребителей ремонтно-механические заводы не всегда обеспечивают требуемое качество заменяемых деталей и узлов, в связи с чем целесообразно расширение их производства на основных заводах – производителях фильтров. Такая практика существует на зарубежных фирмах, при этом они предлагают провести одновременно модернизацию самого аппарата, устаревшей конструкции.

Несмотря на сложную экономическую ситуацию на отечественном рынке фильтровального оборудования, начинают появляться новые конструкции, отвечающие современному техническому уровню, а по некоторым показателям превосходящие зарубежные аналоги. НКП «Бакор-Фильтр Керамика» разработало и освоило производство дискового фильтра БДФК-45 с фильтрующими элементами ЗАО «Бакор» из керамики, которая по своим фильтрационным свойствам отвечает самым высоким требованиям горнодобывающих предприятий и обеспечивает высокую производительность и чистоту фильтрата при минимально возможной влажности получаемого осадка. Эта конструкция соответствует современному развитию отечественного и зарубежного фильтростроения.

Необходимо отметить значительное увеличение импортного оборудования, поставляемого на российский рынок, и, соответственно, возрастающую конкуренцию. Вместе с тем, необходимость приобретения запасных деталей у зарубежных фирм приводит к достаточно дорогой их эксплуатации.

Проведенный НИИХИММАШем анализ объемов продаж фильтровального оборудования показал, что в Европе он составлял ~ 3,2 млрд. долларов, а в США – 2,4 млрд. долларов, что делает рынок продаж промышленных фильтров достаточно привлекательным.

В настоящее время отмечается увеличение в нем доли высокоэффективных аппаратов, таких как фильтры непрерывного действия под давлением, фильтры с интенсификацией проводимых на нем процессов с применением новых технических средств, мембранных аппаратов, обеспечивающих проведение процессов микро-, ультра - и нанофильтрации.

ОАО "НИИХИММАШ" продолжает работать по развитию отечественного фильтростроения. Разработаны и внедрены установки для проведения процессов микро- и ультрафильтрации с применением керамических мембранных элементов, патронные фильтры под давлением с применением новых эффективных материалов, емкостные фильтры с механизированной разгрузкой осадка и др. Освоено направление по созданию комплексных установок по очистке сточных вод и обработке шламов промышленных предприятий. По заказам потребителей разработаны специальные конструкции фильтров, обеспечивающих высокую эффективность очистки и низкую влажность осадка.

2. Состояние и перспективы создания центробежного оборудования (центрифуги и сепараторы) для химической и других отраслей промышленности.

На сегодняшний день состояние парка центробежной техники на заводах-потребителях оставляет желать лучшего. Основу составляют машины 90-х и даже 80-х годов выпуска и ранее.

Все эти машины к тому же не отвечают современным требованиям по единичной производительности, степени осветления, безопасности эксплуатации и другим показателям.

Основными потребителями сегодня являются:

- для ц/б сепараторов – это дрожжевая, гидролизная и целлюлозно-бумажная промышленность, где используются сепараторы-сгустители СДС-531 (выпуска ОАО Уралхиммаш) и СОС-501К-01 (выпуска ЗАО ОМЗ «НИИХИММАШ» г.Щелково).
- также в химической и нефтехимической промышленности эксплуатируются ц/б саморазгружающиеся сепараторы с пульсирующей выгрузкой осадка ОДВ-602К-2 и УОВ-602К-2 (выпуска ОАО «Уралхиммаш»).

Что касается центрифуг непрерывного действия типа ОГШ и др., то основной завод-изготовитель: Сумское НПО им. Фрунзе (Украина) – на сегодня – зарубежье, хотя и «ближнее».

Таким образом, в стране производством ц/б сепараторов занимается только одно предприятие ОАО «Смычка» (г.Плавск, Тульская обл.). Небольшие партии специализированных машин производят завод им. Дзержинского (г.Пермь) и Калужский турбинный завод.

Однако «Смычка» выпускает сепараторы только для пищевых производств (молоко, пиво и др.), а два других названных завода – для очистки и обезвоживания масел и дизельного топлива.

Центрифуги же периодического действия изготавливает ОАО «Курганхиммаш», на сегодня эти машины типа ОМБ и ФМБ также уже не отвечают требованиям Заказчика.

Однако, тем не менее, предпосылки для производства нового, высокоэффективного центробежного оборудования есть. Так, по документации ОАО «НИИХИММАШ» (г.Москва) на ЗАО ОМЗ НИИХИММАШ (г.Щелково) были изготовлены ц/б сепараторы ОДВ-503К-01 и РДВ-503К-01.

Это сепараторы с пульсирующей выгрузкой осадка, саморазгружающиеся, предназначены для химической, нефтехимической и других отраслей.

Сепаратор ОДВ-503 – очиститель, двухфазный с высоким индексом производительности и улучшенной системой очистки ротора при выгрузке.

Сепаратор РДВ-503 – очиститель-разделитель, трехфазный – может использоваться как для суспензий, так и для эмульсий.

Оба этих сепаратора оснащены контрольно-сигнальной системой автоматки, защитой от вибрации, системой взрывозащиты и поддувом инертного газа.

Была изготовлена партия из 12 штук, все они успешно эксплуатируются в химических производствах, хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации. Оба типа сепаратора обладают более низкой энергоемкостью и металлоемкостью, чем аналоги производства ОАО «Уралхиммаш».

Также был спроектирован и освоен малотоннажный многофункциональный ц/б сепаратор УКВ-202К-01 (очиститель-разделитель).

Эта машина, предназначенная для производств с небольшими объемами, может легко перемещаться. Ее основные достоинства: высокий фактор разделения, саморазгружающийся ротор, легкость обслуживания.

Выпущено уже более 50 штук машин. К сожалению, в связи с перефилированием ЗАО ОМЗ НИИХИММАШ (г.Щелково) выпуск сепараторов на нем прекращен.

ОАО «НИИХИММАШ» (г.Москва) была разработана документация на модернизированные сепараторы-сгустители СДС-531К-05 и СОС-501К-07 на базе эксплуатирующихся в настоящее время СДС-531К-01 и СОС-501К-01. Однако, опытные образцы не были изготовлены из-за отсутствия средств у заводов-изготовителей.

В настоящее время ОАО «НИИХИММАШ» проводит маркетинговые исследования рынка потребностей и заводов-изготовителей с целью создания современной конкурентоспособной отечественной центрифуги типа ОГШ-320. Разработка и изготовление центрифуги планируется в 2006-07г.г. Таким образом, производство ц/б техники, безусловно, имеет перспективы. Есть разработки на современном уровне, имеются специалисты в данной отрасли, имеются опытные образцы, прошедшие промышленные испытания. На сегодня имеется устойчивый спрос на отечественные сепараторы и центрифуги в таких отраслях, как химическая, нефтехимическая, биотехнология, мясорыбоперерабатывающая и др.

Потребности выполняются за счет импорта, при этом цены на импортную технику несравненно выше.

Следует отметить, что интерес к нашим современным конструкциям ц/б техники проявили такие страны, как Южная Корея, Болгария, Иран, а также бывшие республики СССР – Латвия, Украина, Казахстан, Туркменистан, Азербайджан.

Необходимо инвестирование в данную отрасль химического машиностроения, которое позволит возобновить производство данного вида техники, являющейся продукцией так называемого «хай-тек», поднимающей на более качественный уровень машиностроение в целом, позволяющей конкурировать с иностранными фирмами, все больше завоевывающими отечественный рынок.

При этом организация производства сепараторов и центрифуг возможна как на новом предприятии, так и при расширении какого-нибудь действующего

производства. Специализированное оборудование (балансировочные станки, раскатные и пр.) может быть приобретено по умеренным ценам на заводах, ранее выпускавших ц/б сепараторы. Таким образом, при достаточном понимании вопроса со стороны властных структур и желании отечественного бизнеса развивать и осваивать наукоемкую продукцию можно и нужно сделать еще один шаг к переходу от сырьевой экономики к экономике производящей конкурентоспособную и, самое главное, нужную для страны продукцию.

3. Создание современных сушильно-технологических комплексов в химической, пищевой и других отраслях промышленности на основе экономии энергии и природоохранных решений.

Последние годы отдел сушильной техники и тепломассообменного оборудования разработал и освоил ряд новых эффективных комплектных сушильных и сушильно-прокалочных установок для производств: катализаторов и цеолитов в технологии крекинга нефти, акварельных красок, утилизации отходов мясоперерабатывающих производств с получением ценного белка и др. Установки обладают патентами, ноу-хау и представляют собой современное оборудование.

Создание новых установок базируется на трех основных принципах: обеспечение заданных требований по качеству продукта, экономии энергоресурсов, минимизации вредных выбросов в атмосферу.

Первая задача решается на стадии НИР путем отработки в лабораторных условиях оптимальных режимов термической обработки продукта и аппаратурного исполнения.

Действительно, многообразие материалов, обладающих к тому же индивидуальными свойствами, требует, как правило, специальных температурных и гидродинамических условий для получения продукта высокого качества.

Например, при производстве силикагеля марки КСМГ, как показали наши исследования, совершенно неприемлемы высокотемпературные режимы или активная гидродинамика, т.к. в силу специфической пористой структуры материала в этом случае происходит разрушение шарообразных частиц из-за высокого диффузионного сопротивления выходу образующегося в частицах пара.

В этом случае применены индивидуальная последовательная «мягкая» температурная обработка продукта и специальный гидродинамический прием обдува слоя продукта воздухом, приводящие к минимальным разрушениям частиц.

В иных случаях даже для термочувствительных, но высоковлажных материалов, таких, например, как белковые суспензии, используются высокие начальные температуры 450...500 °С и «мягкий» режим в конце сушки, что обеспечивает высокое качество продукта при одновременном высоком термическом КПД процесса.

Основным направлением для экономии энергоресурсов принята частичная рециркуляция отработанного теплоносителя, что приводит к сокращению энергопотребления по сравнению с традиционными исполнениями сушильных

установок с проточным вариантом движения теплоносителя. Величина эффекта зависит от параметров технологии сушки и аппаратурного исполнения.

В частности, при разработке производств катализаторов крекинга нефти для Омского НПЗ созданы новые конструкции комплектных сушильно-прокалочных агрегатов. В этих установках за счет утилизации отработанного тепла прокалочных аппаратов в сушильном блоке затраты тепловой энергии (весьма дорогие) сокращаются на 15...18 %. Это стало возможным за счет создания специальной конструкции прокалочных аппаратов кондуктивного типа. Установка в производстве цеолита успешно эксплуатируется более 6 лет.

В других случаях, особенно при низкотемпературной сушке «деликатных» материалов, например, акварельных красок, или когда необходимо минимизировать пылегазовые выбросы из установок, как это потребовалось в технологии обезвреживания химоружия, нами широко используется рециркуляция отработанного теплоносителя. Подобный прием всегда связан с двумя эффектами: с экономией тепловой энергии и улучшением экологических характеристик оборудования.

В частности, при сушке красок удалось в 5 раз снизить расход тепла, а в случае оптимизации технологии обезвреживания химоружия – сократить газовые выбросы в атмосферу в 2 раза.

При реализации рециркуляционного способа весьма сложной является задача правильного выбора соотношения расходов рециркулята и выбросов, т.к. неверный выбор может нарушить условия сушки. В ОАО «НИИХИММАШ» разработана собственная методика расчета подобных установок, основанная на совместном решении системы алгебраических уравнений.

И, наконец, высокие экологические характеристики достигаются за счет укомплектования всех установок блоками пылеулавливания и санитарной газоочистки. Побочный эффект вышеупомянутой рециркуляции теплоносителя также способствует экологичности данных установок, сокращая количество выбрасываемых в атмосферу газов.

Все эти принципы реализованы, кроме упомянутых выше производств, при создании комплектных сушильных и сушильно-прокалочных установок для получения диоксида марганца, сухих волокон осины, при сушке промстоков для Сакского химзавода и для др. технологий.

Разработанные установки оснащаются современной системой автоматического управления (САУ).

САУ сушильных установок и их модификаций – необходимая составная часть этого оборудования, выполняющая функции контроля, автоматического управления режимом сушки, предупреждения аварийных ситуаций.

Последние блоки САУ разрабатываются и поставляются нашими партнерами с использованием современной микропроцессорной и компьютерной техники.

Все разрабатываемые сушильные и сушильно-прокалочные установки являются комплектными установками и поставляются заводами, с которыми

ОАО «НИИХИММАШ» сотрудничает. Завод-поставщик выбирается совместно Заказчиком и ОАО «НИИХИММАШ» на тендерной основе.

Модернизация действующих сушильных установок – одно из направлений в деятельности отдела.

За счет оптимизации температурных и гидродинамических режимов удалось повысить качество продуктов, производительность и надежность работы установок, например, в производствах сыворотки (распылительная сушилка) на Белебеевском молочном комбинате, кормов для домашних животных и таблеток «Рондо» (ленточные сушилки) на фирме «Марс» и в др. производствах.

Нами выполняются работы практически по всем типам сушильных и прокалочных установок с производительностью от 10 кг/ч до 30 т/ч по испаренной влаге и для многих технологий: химии, нефтехимии, пищевой промышленности, медицины, стройматериалов и др. Это установки распылительного типа, сушилки с активной гидродинамикой (вихревые, аэрофонтанные и др.), ленточные и вакуумные сушилки и ряд других типов. При этом обеспечивается участие специалистов ОАО «НИИХИММАШ» на всех этапах создания и освоения разработанного нами оборудования.

Одним из направлений работ является проведение экспертизы комплектных сушильных установок, как отечественных разработчиков, так и при импортных поставках для последующей сертификации оборудования.

Кроме традиционного направления в создании тепломассообменного оборудования в последние годы мы проводим работы по утилизации и переработке отходов спиртовых, мясоперерабатывающих производств, пивоваренных заводов.

Здесь у нас есть патентные решения по комплексным технологическим блокам. В результате из отходов получают ценные кормовые, пищевые и фармацевтические продукты, а основные производства становятся практически безотходными и экологически чистыми. Эти направления работ весьма перспективны, и мы готовы к сотрудничеству с заинтересованными предприятиями и специалистами.

ОАО НИИХИММАШ разработана и внедрена в производство **сушилка-гранулятор кипящефонтанирующего слоя ФГ2,8-35НУ-03** для производства гранулированного хлористого кальция.

В настоящее время Стерлитамакское ОАО «СОДА» на этой установке производит 3 тонны в час гранулированного хлористого кальция по ГОСТ 450-77 из раствора влажностью 65%. При реконструкции установки на нашей сушилке-грануляторе будет достигнута производительность 5 тонн в час.

Эта сушилка-гранулятор предназначена и для гранулирования и других продуктов, например сложных минеральных удобрений, пищевых и химических продуктов.

Эта сушилка нового поколения, по своим технико-экономическим показателям превосходит все существующие в мире сушилки-грануляторы. Получаемые на ней гранулы в 1,5 – 2 раза выше по прочности. А пылимость их в не-

сколько раз меньше. Сокращаются выбросы в атмосферу отходящих газов на 30 - 40%, что позволяет при замене существующих сушилок-грануляторов решить проблему с «парниковым эффектом».

В настоящее время имеется ряд запросов химических заводов для её внедрения.

Разработанная для производства гранулированных минеральных удобрений сушилка-гранулятор кипящефонтанирующего слоя позволит заменить выработавшие свой ресурс барабанные сушилки-грануляторы и гран-башни, что даст значительный экономический эффект, так как за счёт повышения интенсивности процесса в 5-7 раз сокращаются: металлоёмкость в 20 раз, удельный расход топлива и электроэнергии на 20 - 30%, выбросы газов в окружающую среду на 30 - 40%.

На сушилку-гранулятор получены патенты в России, США и Европатент.

4. Новые системы пылегазоочистки и водоподготовки.

Установки пылегазоочистки, разработанные НИИХиммаш”ем, обеспечивают одновременную очистку от пыли и вредных газовых примесей до уровней экологической безопасности, соответствующих требованиям отечественных и международных стандартов. Качество очистки достигается путем эффективного проведения абсорбционных и хемосорбционных процессов и перевода вредных веществ в нейтральные растворы, безопасные для окружающей природной среды.

Они предназначены для решения проблемы одновременной очистки газовых выбросов промышленных зон от твердых и газообразных примесей, таких как фтор, сероводород, паров органических растворителей, оксида и диоксида углерода, серы, азота и аммиака. Универсальность технологии очистки достигается путем использования жидких растворов в качестве поглощающей среды.

Заказчиками установок обычно являются предприятия топливно-энергетического комплекса, тепловые электроцентралы и станции, котельные, заводы по производству минеральных удобрений, химической, нефтехимической, металлургической промышленности, горнодобывающие и обогатительные комбинаты, предприятия строительной индустрии, мясной и рыбоперерабатывающей промышленности, муниципальные предприятия, перерабатывающие твердые бытовые отходы, асфальтобетонные заводы и др. За последние 10 лет было поставлено более 1000 установок.

Установка обеспечивает пылегазоочистку газовых потоков в модульном исполнении единичной мощности до 200 тыс.м³/ч при орошении жидкостью до 0,2 л на 1 м³ очищаемого газа. Потребляемая энергия составляет 0,5 кВт на 1 тыс.м³/ч газового потока. По сравнению с насадочными колоннами наше оборудование потребляет почти в 20 раз меньше орошающей жидкости и на 20% меньше электроэнергии. Металлоемкость оборудования установок пылегазоочистки в 10 раз меньше аналогичных установок с насадочными, ситчатыми или тарельчатыми колоннами.

Газовые потоки поступают на очистку в рабочую зону абсорбера, на выходе из которой установлен сепаратор, обеспечивающий разделение капель жидкости и газового потока и препятствующий их уносу. Расположенная в верхней части аппарата зона сепарации позволяет улавливать частицы жидкости с размером порядка 5 мкм.

Организация непосредственного взаимодействия газозооных потоков с жидкостью в пенном слое рабочей зоны и использование для целей сепарации центробежного устройства способствуют низкому гидравлическому сопротивлению процесса очистки. Гидравлическое сопротивление одной ступени контакта (одноступенчатого абсорбера) соответствует 70÷120 мм водяного столба.

В состав поставляемой установки пылегазоочистки входят абсорбер, емкость, центробежный насос, вентилятор, металлоконструкции, комплект запорной и регулирующей аппаратуры и трубные заготовки.

Материальное оформление оборудования, входящего в установку, зависит от агрессивности среды. Выпускаются установки как в исполнении из нержавеющей стали, так и из углеродистой стали.

В настоящее время освоен выпуск и промышленная эксплуатация установок с единичной производительностью не более 200 тыс. м³/ч. Для пылегазоочистки газовых потоков большей производительности возможна параллельная работа абсорберов в составе одной установки. Для специальных целей возможна поставка абсорберов с двумя и более зонами контакта. При этом возможно селективное извлечение каждого газового компонента.

Размещение установок возможно как внутри производственного помещения, так и вне его. В этом случае наружная поверхность основного технологического оборудования и газоходов изолируется.

Установки производительностью до 10 тыс. м³/ч по газу транспортируются в контейнерах и не требуют доводочных работ. Установки большей производительности поставляются монтажными блоками, обеспечивающими возможность их транспортировки. В этом случае сборка производится силами монтажной организации на объекте.

Система пылегазоочистки по требованию Заказчика может выполнять задачи, выходящие за пределы экологических функций, например: в производстве серной кислоты для сорбции окислов серы, для поглощения диоксида углерода в производстве углекислоты и др.

Процесс пылегазоочистки не требует ручного или автоматического управления и комплектуется только блокировочными устройствами.

Затраты на реконструкцию действующих систем пылегазоочистки окупаются за счет снижения эксплуатационных расходов в течение одного года эксплуатации нашей установки.

Ориентировочные затраты на создание пылегазоочистной установки из углеродистой стали представлены в таблице.

Производительность установки, тыс.м ³ /ч	Стоимость, тыс.руб.		
	Оборудования и комплектующих	Монтажных пуско- наладочных работ	Суммарные затраты
1			
5	40,0	8,0	48,0
10	40,0	8,0	48,0
20	50,0	10,0	60,0
40	80,0	20,0	100,0
60	120,0	25,0	145,0
80	170,0	35,0	205,0
110	200,0	45,0	245,0
130	250,0	50,0	300,0
150	300,0	60,0	360,0

Кроме мокрой очистки газоздушных потоков от взвешенных частиц разработана конструкция аппарата со встречно-закрученными потоками (аппарат ВЗП), в котором заложен принцип инерционной очистки газовых потоков от твердых частиц.

Запыленный газовый поток подается на очистку по двум штуцерам, размещенным один сверху (вторичный поток), другой – снизу аппарата (первичный поток). Корпус аппарата имеет цилиндрическую форму с соотношением диаметра к высоте, как 1:2,5. Первичный поток воздуха закручивается с помощью завихрителя, установленного на оси аппарата в его нижней части. Твердые частицы под действием инерционных сил отбрасываются к боковой поверхности аппарата. Вторичный поток закручивается коаксиальным завихрителем. Твердые частицы сползают по боковой поверхности корпуса в низ аппарата, где разгружаются с помощью шлюзового питателя.

Аппараты ВЗП являются высокоэффективными аппаратами для улавливания пыли из промышленных запыленных газов в производствах минеральных удобрений, металлургии, химической, пищевой, строительных материалов и других производствах, где есть необходимость решать вопросы очистки от пыли.

Преимуществом пылеуловителей типа ВЗП по сравнению с обычными циклонами является:

- производительность по запыленному газу в два раза выше при одинаковых размерах;
- один аппарат ВЗП может заменить десяток и более батарейных циклонов той же производительности;

- расход газа может колебаться в пределах $\pm 20\%$ от номинального, при этом происходит незначительное изменение степени очистки;
- степень очистки запыленного газа может достигать 96÷99%, в зависимости от дисперсности и плотности пыли;
- гидравлическое сопротивление аппарата зависит от нагрузки и не превышает 150 мм водяного столба. Эффективность улавливания остается практически постоянной при изменении дисперсного состава и концентрации пыли в газе, в пределах 5÷200 г/м³;
- температура запыленных газов, поступающих в аппарат, может достигать 600÷700°С и лимитируется термостойкостью материала корпуса;
- конструкция аппарата простая и доступна к изготовлению в механических мастерских Заказчика.

В настоящее время наблюдается быстрый рост потребительского спроса на углекислоту. Учитывая конъюнктуру рынка, специалистами АО “Типроход” и ОАО “НИИХиммаш” разработаны новые технологические и аппаратурно оформленные стадии получения газообразного углекислого газа (патент РФ №1808343 от 07.12.93 г.). Параллельно с решением экологической задачи по очистке дымовых газов от вредных примесей была решена основная задача – снижение эксплуатационных затрат и увеличение работоспособности основной стадии получения углекислоты путем извлечения и кондиционирования газообразного углекислого газа. Эффективность этого процесса из отходящих газов продуктов сгорания обеспечивается проведением процессов промывки, хемосорбции и десорбции в газожидкостном псевдооживленном слое водного раствора сорбента.

Установка состоит из трех блоков: промывки, абсорбции и десорбции. Блок промывки и охлаждения включает промыватель (аппарат колонного типа АПС), описанный выше. Дымовые газы после сжигания газообразного топлива поступают в промывную колонну, где происходит мокрая очистка от сажевых и механических примесей и охлаждение дымовых газов. Затем газоздушный поток направляется в блок 2 для извлечения углекислого газа. Хемосорбционный процесс поглощения осуществляется последовательно в двух газопенных слоях, образованных раствором МЭА и дымовым газом. Газожидкостной поток после сорбции поступает в блок 3 для извлечения и промывки углекислого газа. Процесс извлечения и концентрирования осуществляется в трехступенчатом колонном аппарате типа АПС. Газообразный углекислый газ направляется на компримирование.

Блок компримирования состоит из компрессора, межступенчатой аппаратуры, блока очистки-осушки и конденсатора для конденсации двуокиси углерода.

Блок готовой продукции предназначен для хранения и получения различных видов готовой продукции: жидкой, газообразной двуокиси углерода; жидкой двуокиси углерода в баллонах или изотермических емкостях; твердой двуокиси углерода в блоках или в гранулах.

В зависимости от условий потребления можно выпускать один вид продукции, либо одновременно все виды в любых состояниях, но в пределах проектной мощности.

Производительность установки может быть от 3 до 50 т/сутки, по желанию Заказчика.

Новое аппаратное оформление получения газообразного углекислого газа позволяет за счет сокращения единиц оборудования (в 2 раза) и расходных коэффициентов (пара, электроэнергии и растворов сорбента примерно на 50%) сократить затраты на производство углекислоты более чем на 30%.

В последнее время нашими специалистами разработана установка очистки воды от механических примесей на самоочищающихся фильтрах серии ФС. Установка работает в автоматическом режиме, а фильтр позволяет очищать жидкие среды от взвешенных частиц размером до 5 мкм.

Во время работы установки очищаемая вода проходит через фильтрующие элементы, при этом на них со стороны входа образуются отложения твердых частиц. С увеличением слоя твердых частиц на фильтрующих элементах растет давление воды на входе в установку. При увеличении давления включается промывное устройство, открывается шламовая задвижка. Ниже приведены технические характеристики фильтров серии ФС.

Технические характеристики:

Объемная производительность, м ³ /ч	100÷1000
Давление загрязненной воды, атм	8,0
Давление очищенной воды, атм	6,0
Температура воды, °С	не выше температуры кипения
Концентрация механических примесей	
В очищенной воде, мг/л	10.0
Гидравлическое сопротивление фильтра, атм	0,5
Тип привода	МВР2-16
Мощность привода, кВт	4,0
Масса аппарата, кг	5350
Габаритные размеры аппарата, мм	4265x2250x2020

В настоящее время выпускаются фильтры следующего ряда по производительности: 100; 200; 500 и 1000 м³/ч.

Продукция, выпускаемая ОАО “НИИхиммаш”, находится вне конкуренции, а снижение эксплуатационных затрат с увеличением работоспособности нового высокоэффективного отечественного оборудования позволяет надеяться нам быть Вашими деловыми партнерами.

ОАО “НИИхиммаш” окажет помощь Заказчику в разработке представленных аппаратов. Осуществит авторский надзор за изготовлением и монтажом, по желанию Заказчика может разместить на заводах химического машиностроения заказы на изготовление в любом количестве (серии), а также провести пуско-наладочные работы и сдачу в эксплуатацию.

5. Экологически безопасная безотходная технология переработки твердых бытовых отходов.

Проблема утилизации ТБО во всем мире до настоящего времени не имеет удовлетворительного решения, хотя достаточно широко эксплуатируются различные системы их переработки и утилизации (компостирование, сортировка с последующим компостированием, комплексная переработка, сжигание). В настоящее время в Российской Федерации ежегодно образуется и вывозится на от этого количества.

С начала 70-х годов прошлого столетия в развитых странах широкое распространение получила технология сжигания. Однако, недостаточная конверсия сырья, образование значительных объемов дымовых газов, содержащих «букет» канцерогенов (диоксины, фураны, бензапирены и т.п. кислородсодержащие конденсированные молекулы), а также высокие удельные затраты на переработку, составляющие около 23 \$/т, ограничили возможность дальнейшего распространения этого метода. Более того, в ряде стран применение мусоросжигания было в конце прошлого столетия запрещено законодательно (Япония, США, Канада, страны ЕЭС).

В последние 10-20 лет все большее внимание уделяется различным вариантам пиролизной технологии, как альтернативы сжиганию ТБО. Во всех известных системах такого типа применяется в качестве окислительного агента кислород. Но даже минимизация его присутствия в реакторе приводит к возможности образования в составе продуктов оксидов серы, азота и других химически опасных продуктов, очистка от которых затруднительна и затратна. Предлагаемая энерго-технологическая система бескислородной переработки ТБПО лишена этих недостатков.

Согласно схеме поступающие в реактор шахтного типа отходы нагреваются до температуры 1650-1750 °С горячим (1800 °С) пирогазом. Высокий уровень температур, отсутствие в реакторе свободных кислорода и азота полностью исключают протекание процессов горения, что создает идеальные условия для реализации процесса пиролиза – термического разложения органических компонентов ТБО. При этом в средней части реактора в зоне температур 500-1100 °С будут образовываться газообразные продукты (пирогаз) и твердый мелкозернистый углеродистый остаток – пикарбон. Опускаясь вниз по шахте реактора, пикарбон в зоне температур 1200-1500 °С полностью газифицируется по реакции «водяного газа», образуя синтез-газ (СО и Н₂) при минимальном по сравнению с известными процессами содержания двуокиси углерода (4 об.%) и полном отсутствии соединений типа SO_x и NO_x. Галоиды (F и Cl) преобразуются в гидридную форму и легко улавливаются водой. Все непрореагировавшие минеральные компоненты опускаются в зону температур 1500-1700 °С, где расплавляются до жидкого состояния и в виде шлаков и металлов выводятся через соответствующие летки, расположенные в нижней части реактора. Таким образом, высокотемпературный бескислородный пиролиз исключает образование парниковых газов (СО₂, СН₄, SO₂, N₂O, SF₆, поли- и гидрофторуглероды) за ис-

ключением двуокси углерода, но ее количество в этом процессе в разы ниже, чем в известных технологиях.

Газообразные продукты (синтез-газ с примесями летучих смолообразных продуктов, паров воды, а также галоид- и сероводородов) выводятся из верхней части реактора в зоне температур 180 °С. Здесь следует отметить, что благодаря отсутствию в реакторе процессов горения, состав газовой смеси практически нечувствителен к возможным колебаниям состава исходных ТБО. Это обстоятельство обеспечит стабильность работы блока переработки образующихся водного конденсата с примесями а также газовых продуктов с применением современных сорбционных и мембранных технологий, исключающих образование и выброс вредных веществ.

Очищенный и сухой пирогаз поступает в высокотемпературный теплообменник, при этом он должен делиться на два потока. Один поток используется в качестве высококалорийного топлива, при сжигании которого специальная насадка теплообменника (представляет предмет «ноу-хау») нагревается до температуры min 1800 °С, а другой поток проходит через насадку, нагретую в предыдущем цикле, и после нагрева поступает в качестве горячего восстановительного дутья в нижнюю часть реактора и цикл повторяется.

Высокая интенсивность термохимических процессов и оптимальная взаимосвязь энергопродуктовых потоков обеспечат не имеющие аналогов глубину конверсии ТПБО на уровне 94%. Расчеты показали, что потенциальная энергия получаемого пирогаза почти вдвое выше энергетических затрат на осуществление всего технологического цикла. Избыточный газовый продукт, калорийность которого благодаря низкому содержанию углекислого газа и отсутствию азота в 1,5-2,5 раза выше, чем в других известных процессах, может быть применен для выработки электроэнергии в блоке газовых турбин, либо в виде синтез-газа - в производствах синтетических спиртов и др. химической продукции.

Весь комплекс новых технических и технологических решений приводит к следующим существенным преимуществам создаваемой энерготехнологической системы перед известными:

- Перерабатываются ТБО любого морфологического и химического состава.
- Достигается полная утилизация материально-энергетических ресурсов ТБО, что дополнительно обеспечивает энерго- и ресурсоавтономность всего технологического цикла.
- Продукты переработки являются самостоятельным товаром, имеющим рыночный спрос. При необходимости вырабатывается электроэнергия как для собственного потребления так и на реализацию сторонним потребителям.
- Система переработки является экологически чистой, исключая, или сокращая выбросы в окружающую среду парниковых газов.

Система перерабатывает не только «свежие» отходы, но и отходы, депонированные на старых полигонах, что означает прекращения сброса в атмосферу свалочных газов (в первую очередь метана и углекислого газа), а также возможность рекультивации и оздоровление значительных территорий.

Предлагаемая технология является в настоящее время единственной самокупаемой, ориентировочный годовой эффект для завода производительностью 100 тыс.т отходов в год составляет около \$3 млн. при сроке окупаемости капзатрат 3,5 года.

Разработка осуществлена совместно с НО «Фонд по ликвидации чрезвычайных ситуаций» МинЧС России.

6. Опыт ОАО «НИИХИММАШ» в области неразрушающего контроля и технической диагностике оборудования химических и нефтехимических производств.

ОАО «НИИХИММАШ» обладает многолетним опытом в области неразрушающего контроля и технической диагностики сосудов и аппаратов.

Ещё в начале 50-х годов проводились одни из первых работ по определению работоспособности аппаратуры после длительной эксплуатации и серьёзного ремонта.

Для примера возьмем опыт работы с предприятием "Салаватнефтеоргсинтез".

НИИХИММАШ'ем в 1951-53 гг. была разработана и реализована технология восстановления поврежденных в период военных действий корпусов уникальных аппаратов - реакционных колонн и теплообменников, поступивших для оборудования химических предприятий в городах: Ангарск, Салават, Казань, Котлас, Архангельск, Москва, Московская область и др.

Реакционные колонны и теплообменники имели высоту 18 м, внутренний диаметр соответственно 1 и 0,6 м, толщину стенки 0,095 и 0,060 м, массу 41 и 19 т.

Аппараты предназначались для процессов гидрогенизации топлива, как в паровой, так и жидкой фазах и работали при давлении 32,5 МПа и температуре 250...300° С. Известно, что процесс гидрогенизации протекает в присутствии большого количества циркуляционного водорода, являющегося в условиях высокого давления и повышенной температуры агрессивным агентом по отношению к обычным углеродистым сталям. Поэтому аппараты были изготовлены из среднелегированных хромоникельмолибденовых сталей, отличающихся повышенной стойкостью против водородной коррозии.

На наружной поверхности корпусов аппаратов были неравномерно разбросанные выбоины, достигавшие до 50% толщины стенки. Поражения снижали прочность корпуса, поэтому была предусмотрена компенсация (заварка) ослабленных участков.

Все пораженные участки подвергались шлифовке абразивными кругами. Для удобства выполнения сварки поражению придавали форму выемки с плавными переходами от основания к поверхности.

Выявление наклепанных участков осуществляли проверкой твердости металла прибором Польди.

При проведении диагностических работ отсутствовала нормативно-техническая документация (ОСТы, ГОСТы и т.п.), можно сказать, впервые в СССР был применен комплексный метод неразрушающего контроля, который ОАО «НИИХИММАШ» использует в настоящее время.

В 1998 г. по рекомендации Госгортехнадзора РФ на ПО "Салаватнефтеоргсинтез" поврежденные аппараты были подвергнуты комплексному исследованию по следующей программе: визуальный контроль, ультразвуковая толщинометрия, измерение твердости металла на поврежденных участках, ультразвуковая и цветная дефектоскопия, в ряде случаев акустическая эмиссия. Все виды контроля подтвердили возможность дальнейшей эксплуатации колонн и теплообменников.

Работы по технической диагностике оборудования и определению остаточного ресурса на "Салаватнефтеоргсинтез" продолжаются и в настоящее время.

В последние годы ОАО «НИИХИММАШ» проводит большой объем работ по технической диагностике и выдает заключения по промышленной безопасности оборудования.

Большой практический опыт, а также экспериментальные и методические работы выполненные непосредственно Центральной лабораторией физических методов исследования и контроля ОАО «НИИХИММАШ» и совместно с другими институтами отрасли, позволяет разработать и согласовать в установленном порядке инструкции и др. руководящие документы по ультразвуковому, радиационному, магнитопорошковому, цветному и др. методам для неразрушающего контроля (НМК) сосудов и аппаратов. ОАО «НИИХИММАШ» участвовал в разработке ГОСТов по упомянутым методам контроля.

Целесообразно остановиться на методе ультразвукового контроля сварных соединений изделий из аустенитно-ферритных сталей, а также биметаллов.

НИИХИММАШ имеет более чем 20-летний опыт ультразвукового контроля сварных соединений из углеродистых сталей при изготовлении и эксплуатации оборудования. На основании приобретенного опыта НИИХИММАШ впервые в СССР в 1980 году разработал и утвердил в установленном порядке РДИ 26-01-128-80 "Ультразвуковой контроль стыковых сварных соединений химической аппаратуры из сталей аустенитного и аустенитно-ферритного классов с толщиной стенки от 8 до 30 мм».

Акустические свойства металла шва упомянутых сталей изменяются в зависимости от применяемого способа и стабильности режимов сварки химического состава электродов и проволоки, толщины свариваемого металла.

Как показали исследования, коэффициент затухания ультразвуковых колебаний (УЗК) в сварных швах этих сталей от указанных выше факторов может изменяться в пределах от 0,10-0,15 до 0,5 – 0,6 дБ/мм. А скорость УЗК на 5-10%.

В зависимости от условий сварки может быть получена сравнительно однородная мелкозернистая структура шва, обеспечивающая высокую чувствительность ультразвукового метода контроля, или неоднородная крупнозернистая, при которой из-за резкого затухания УЗК и высокого уровня помех, соизмеримых с уровнем полезных сигналов, ультразвуковой контроль становится неэффективным.

Характерной особенностью микроструктуры сварных швов аустенитных сталей является их столбчатое дендритное строение, при этом столбчатые кристаллы имеют сравнительно большое сечение.

Аустенитно-ферритные швы отличаются от чисто аустенитных более тонким строением и меньшим сечением столбчатых кристаллов.

Межкристаллитные прослойки более тонкие, чем в аустенитных швах, и разъединены участками первичного δ - феррита, залегающими в междоусных пространствах по границам столбчатых кристаллов.

Главной особенностью совместной кристаллизации двух фаз аустенита и феррита в сварочной ванне является измельчение и дезориентация структуры металла шва, что благоприятно сказывается на его акустических характеристиках. Затухание УЗК в сварных швах высоколегированных сталей уменьшается при увеличении содержания в них ферритной фазы.

Условия и режимы сварки, направление теплоотвода, скорость кристаллизации и охлаждения, а также объем сварочной ванны оказывают существенное влияние на структуру сварных швов. Под влиянием изменений условий сварки первичная структура сварных швов может претерпевать весьма существенные изменения.

Из изложенного выше следует, что неоднородность металла шва высоколегированных сталей может вызываться как случайными причинами, так и причинами, закономерно связанными с сущностью самого процесса сварки, при этом значительное влияние на структурообразование оказывает стабильность режимов сварки. Неоднородность акустических свойств сварного шва вызывается, в основном, неоднородностью распределения ферритной фазы в отдельных слоях сварного шва по его длине.

Так как в отличие от углеродистых сталей акустические характеристики металла шва высоколегированных сталей могут изменяться в широких пределах, то перед проведением УЗК сварных швов этих сталей в производственных условиях необходимо предварительно проверить однородность металла по длине шва и уровень затухания в нем УЗ колебаний.

Для количественной оценки уровня затуханий ультразвуковых колебаний в металле шва и, следовательно его дефектоскопичности, зеркально-теневым методом определяют относительное затухание УЗК в сварном шве- ΔA . ΔA ха-

рактирует степень приближения акустических свойств металла шва к основному металлу.

Исследования показали, например, что при содержании ферритной фазы более 4-5% для сварных швов хромоникелевых сталей типа 18-8 толщиной 4...30 мм $\Delta A < 15$ dB и их можно надежно контролировать ультразвуковым методом.

Установленные закономерности влияния ферритной фазы на акустические характеристики металла шва высоколегированных сталей были использованы при создании отраслевых инструктивных материалов и, в частности, РДИ 26-01-128-80.

Опыт заводов химического и нефтяного машиностроения в 80...90 годы подтвердил эффективность предложенных методик УЗК и позволил перейти к решению сложной проблемы механизации и автоматизации контроля сварных швов таких сталей.

Впервые созданная НИИХИММАШем автоматизированная установка для ультразвукового контроля сварных швов сталей аустенитно-ферритного класса была внедрена на Рузаевском заводе химического машиностроения.

В данное время ОАО «НИИХИММАШ» разработана новая инструкция РДИ 26-01-128-2000 (взамен РДИ 26-01-128-80) по УЗК стыковых и угловых соединений химической аппаратуры из сталей аустенитного и аустенитно-ферритного классов с толщиной стенки от 4 до 30 мм.

Новизна разработки заключается в возможности контроля угловых соединений в более широком диапазоне толщин стенок, что экономически целесообразно в связи с высокой стоимостью рентгенографического контроля.

Необходимо учесть и то, что при проведении работ по технической диагностике, в большинстве случаев, радиографический контроль проводить не представляется возможным.

Кроме того, НИИХИММАШ в 1970 году разработал инструкцию по УЗК биметаллов, также впервые в СССР. В настоящее время разработана и согласована с Госгортехнадзором России инструкция по ультразвуковому методу контроля стыковых и угловых сварных соединений оборудования из двухслойных сталей РДИ 26-260.481-2003. Работы в этом направлении продолжаются.

Качество диагностирования нефтехимического и нефтеперерабатывающего оборудования во многом зависит от квалификации выполняющих диагностирование специалистов.

Подготовку и аттестацию специалистов НК на I и III уровни проводит Независимый орган ОАО «НИИХИММАШ».

В 1991 году в НИИХИММАШ'е был организован один из первых Аттестационных Центров по подготовке и аттестации специалистов неразрушающего контроля.

ОАО «НИИХИММАШ» является соавтором первой редакции созданных Госгортехнадзором и введенных в действие в 1992 г. "Правил аттестации специалистов неразрушающего контроля".

Занятия и аттестация специалистов НК в Центре проводятся один раз в месяц в течение года. Продолжительность занятий одна или две недели, в зависимости от подготовленности специалиста.

Кроме того, ОАО НИИХИММАШ проводит аттестацию лаборатории на право выполнения работ по неразрушающему контролю и технической диагностике.