

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»
(наименование кафедры)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей
среды в нефтегазовом и химическом комплексах

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Повышение эффективности промышленной безопасности
технологического процесса производства карбамида на площадке ПАО
«КуйбышевАзот» путем внедрения риск-ориентированного подхода

Студент	<u>М.М. Зарипова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>А.В. Краснов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.В. Петрова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы д.п.н., профессор Л.Н.Горина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« ___ » _____ 2019г.

Допустить к защите
Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« ___ » _____ 2019г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	10
1 Анализ эффективности промышленной безопасности в химической промышленности на примере ПАО «КуйбышевАзот».....	11
1.1 Проблемы техносферной безопасности в химической промышленности.....	12
1.2 Роль химической промышленности в мировой экономике	15
1.3 Опасные и вредные факторы, техносферные опасности	18
1.4 Статистические данные о ситуации промышленной безопасности в химической промышленности РФ.....	21
1.5 Текущее состояние промышленной безопасности в ПАО «КуйбышевАзот»	23
2 Характерные особенности обеспечения промышленной безопасности при производстве карбамида.....	27
2.1 Производство карбамида в РФ	27
2.2 Получение удобрения жидкого азотного – карбамидно-аммиачной смеси на ПАО «КуйбышевАзот».....	35
2.2.1 Основные физико-химические свойства КАС	35
2.2.2 Описание технологического процесса производства карбамида .	37
2.2.3 Установка получения КАС-200	38
2.2.4 Действующая система обеспечения промышленной безопасности применяемого технологического процесса получения твердых форм продукта из концентрированного или высококонцентрированного раствора (плава) карбамида ПАО «КуйбышевАзот»	43

3	Применение методов риск-ориентированного подхода в обеспечении промышленной безопасности технологического процесса производства карбамида на площадке ПАО «КуйбышевАзот».....	52
3.1	Применение риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасности в ходе проверок государственного контроля	52
3.2	Способ производства жидкого азотного удобрения «КАС»	57
3.3	Способ обеспечения промышленной безопасности производственных объектов повышенной опасности в условиях увеличенного интервала между капитальными ремонтами	60
3.4	Способ получения жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака.....	63
3.4.1	Возможные аварии и способы их ликвидации	70
3.4.2	Основные правила и требования безопасности при пуске производства после плановых кратковременных (на текущий ремонт) и длительных (на капитальный ремонт) остановок, вывода из резерва в работу	72
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	82

ВВЕДЕНИЕ

Промышленная безопасность технологического процесса в современном мире имеет особую значимость, поскольку наблюдается увеличение техносферного пространства в городах РФ. Кроме того, изменение социально-экономических и производственных отношений способствует изменению нормативной базы в законодательстве РФ. Заметны изменения в требованиях промышленной безопасности с целью минимизации случаев производственного травматизма и несчастных случаев. Происходит установление единых требований к аттестации руководителей и ответственных работников в сфере охраны труда [1].

В РФ с 2000 года действует система проверки знаний в области охраны труда, она регламентирует единый порядок обучения ответственных работников различных сфер деятельности. Кроме того, законодательством определены виды обучения по ОТ в сферах различного назначения [2]. Требования промышленной безопасности в РФ должны отвечать нормам в области защиты территории и населения от ЧС природного и техногенного характера. Кроме того, нормами законодательства РФ регламентированы требования пожарной безопасности, охраны труда, экологической безопасности [3-6].

Обеспечение промышленной безопасности включает в себя следующие системы: внутренний контроль предприятий, система страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производства, система государственного контроля и надзора. В РФ активно развивается химическая промышленность, так как в стране имеется богатый материально-сырьевой ресурс и созданная годами производственная база. Многие моногорода, специализацией которых является производство химической промышленности, приносят большой вклад в экономику страны.

Тольятти – город развитого машиностроения (ПАО «Авто Ваз»), а также химической промышленности (ОАО «СИБУР»; ПАО «КуйбышевАзот» и т.д.).

Химическая отрасль в РФ – прогрессивное направление в области действующих направлений страны. Продукция нефтехимического и химического сегмента – 90% сырьевого ресурса для поддержания других производственных отраслей, развивающихся в нашей стране. Кроме того, часть производимой продукции идет на экспорт (40% от общего числа произведенной продукции).

Объемы поставок химической продукции РФ крупнейшим импортерам (Украина, Бразилия, Казахстан, Китай и Финляндия) увеличились с 2013 по 2017 гг. Очевидно, что для роста экономики страны необходимо поддерживать данные обороты продукции. Для наращивания экспорта необходимо поддержание конкурентоспособности в цене и качестве. Поддержание конкурентоспособности в области производства минеральных удобрений – это сложный комплексный процесс, затрагивающий многие службы производственного предприятия. Например, это служба научно-технического обеспечения (по внедрению инновационных программ и продуктов), службы обеспечения промышленной безопасности (нормальное функционирование технологического процесса).

Структура экспорта из РФ в 2017 году показала, что среди продуктов химической промышленности основными являются минеральные удобрения (60,4%), металлы и драгоценные камни (13,5%), древесина и прочее сырье (26,1%).

Заметно снижение количества экспортной продукции химического сырья в связи с тем, что были снижены цены на минеральные удобрения и продукты газохимии.

Актуальность темы исследования

Актуальность темы исследования: «Повышение эффективности промышленной безопасности технологического процесса производства карбамида на площадке ПАО «КуйбышевАзот» путем внедрения риск-ориентированного подхода» подтверждается следующими аргументами:

1. Риск-ориентированный подход – совокупность контрольно-надзорных мероприятий, обязательных для внедрения во всех сферах экономики РФ. Это конкретный пункт в обращении президента Путина Федеральному Собранию (2017 года) как эффективный инструмент оптимизации всех сфер экономической деятельности.
2. Поскольку внедрение риск-ориентированного подхода – область не так давно изучаемая, необходим практический опыт в реализации данной системы. Необходима разработка оптимизационных подходов к реализации с помощью риск-ориентированного подхода в области промышленной безопасности.
3. Обеспечение промышленной безопасности – одна из основных систем обеспечения безопасности г. о. Тольятти, поскольку рассматриваемое предприятие (ПАО «КуйбышевАзот») занимает площадь свыше 300 Га и является потенциально-опасным объектом города.
4. Возникновение аварии/ЧС на химическом предприятии крайне опасно для городского населения и элементов биосферы, поскольку выход паровоздушной смеси химических веществ наносит непоправимый ущерб всему живому, затрагивает значительные зоны.

Цель:

разработка мероприятий по повышению эффективности промышленной безопасности технологического процесса производства карбамида на площадке ПАО «КуйбышевАзот» путем внедрения риск-ориентированного подхода.

Объект исследования – производство карбамида на площадке ПАО «КуйбышевАзот».

Предмет исследования - это отдельное свойство объекта, вопрос или проблема, находящаяся в его рамках. Любая научная работа не может охватывать весь объект для изучения. Поэтому необходимо выделить конкретную сторону, на которую будет направлена деятельность исследователя.

Задачи исследования

1. Провести информационно-аналитический обзор опасных химических производств РФ, а также производства карбамида ПАО «КуйбышевАзот».
2. Проанализировать требования промышленной безопасности и нормы действующего российского законодательства относительно функционирования технологических процессов химических производств.
3. Смоделировать ЧС, которые могут возникнуть в результате нарушения технологического процесса или нештатной ситуации
4. Привести статистические данные о ситуации техносферной безопасности производства химических предприятий РФ, г. о. Тольятти.
5. Описать методы обеспечения промышленной безопасности, а также мероприятия по ее улучшению путем поиска патентных документов и технических систем.

Новизна исследования

Выявлены основные пути направления по обеспечению безопасности технологического процесса производства карбамида ПАО «КуйбышевАзот».

Предложены к применению методы и способы обеспечения промышленной безопасности технологического процесса производства карбамида ПАО «КуйбышевАзот» с учетом риск-ориентированного подхода.

Методы и методология проведения исследования

В данном диссертационном исследовании были проведены информационный обзор, анализ, выявление особенностей и проблематичных сторон темы.

Теоретическая научная и практическая значимость диссертации

На основе информационного обзора нормативно-правовых источников, научных трудов и существующей системы обеспечения промышленной безопасности приведены методы использования риск-ориентированного подхода к обеспечению промышленной безопасности технологического процесса производства карбамида на площадке ПАО «КуйбышевАзот».

Научная обоснованность и достоверность результатов исследования

Достоверность полученных результатов исследования выявлена посредством анализа совокупности теоретико-методологических оснований, избранной методологии исследования, его логики и практического подтверждения. Достоверность изложенных данных подтверждается ссылками на используемые источники, приведенные отдельным разделом настоящей диссертации, а также открытым цитированием федеральных законов РФ.

Научные положения и результаты исследования, выносимые на защиту

1. Проведен информационно-аналитический обзор опасных химических производств РФ, а также производства карбамида ПАО «КуйбышевАзот».
2. Проведен анализ требований промышленной безопасности и норм действующего российского законодательства относительно функционирования технологических процессов химических производств.
3. Смоделирована схема ЧС, которые могут возникнуть в результате нарушения технологического процесса или нештатной ситуации
4. Приведены статистические данные о действующих предприятиях в области производства химических удобрений РФ, г. о. Тольятти.
5. Описаны методы обеспечения промышленной безопасности, а также мероприятия по ее улучшению путем поиска патентных документов и технических систем.

Апробация результатов. Достоверность изложенных данных подтверждается ссылками на используемые источники, приведенные отдельным разделом настоящей диссертации, а также открытым цитированием федеральных законов РФ.

Личный вклад автора в исследование.

1. Проведен информационно-аналитический обзор опасных химических производств РФ, а также производства карбамида ПАО «КуйбышевАзот».
2. Проведен анализ требований промышленной безопасности и норм действующего российского законодательства относительно функционирования технологических процессов химических производств.
3. Смоделирована схема ЧС, которые могут возникнуть в результате нарушения технологического процесса или нештатной ситуации
4. Приведены статистические данные о действующих предприятиях в области производства химических удобрений РФ, г. о. Тольятти.
5. Описаны методы обеспечения промышленной безопасности, а также мероприятия по ее улучшению путем поиска патентных документов и технических систем.

Структура и объем магистерской диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения и списка использованной литературы. Основная часть исследования изложена на 90 страницах, текст иллюстрирован 2 таблицами, 28 рисунками.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В данной магистерской диссертации применяют следующие сокращения и обозначения:

ПАО – публичное акционерное общество

ОАО – открытое акционерное общество

ХХО – химически опасный объект

ВВП – валовый внутренний продукт

КС – карбамидная смесь

КАС – карбамидно-аммиачная смесь

ХОПО – химический опасный производственный объект

ПАЗ – противоаварийная защита объекта

ПОО – потенциально опасный объект

ЧС – чрезвычайная ситуация

АХОВ – аварийно-химические опасные вещества

ПЛАС – план локализации и ликвидации аварийных ситуаций

ЕС – Европейский Союз

1 Анализ эффективности промышленной безопасности в химической промышленности на примере ПАО «КуйбышевАзот»

Химическая промышленность в РФ является системообразующей, а также характеризуется, как ведущее направление деятельности. Это объясняется тем, что основная цель деятельности предприятий химической промышленности – получение различных продуктов путем переработки для реализации многих в повседневной жизни. Состояние химической промышленности может влиять на экономику страны и деятельность других отраслей экономики. Ни одна отрасль экономики не способна функционировать без продукции химической промышленности. [2,8-10].

Среди проблемных вопросов особенно остро стоят такие, как высокие цены на энергетические ресурсы, транспортные расходы, а также износ производственного оборудования. Данные вопросы требуют решения путем высококвалифицированной работы кадровых ресурсов, а также поднятия уровня производительности труда. Стратегия развития химического комплекса РФ подразумевает поддержание конкурентоспособности на мировом рынке. Это позволит открыть новые горизонты для развития страны, а также повысить средний уровень жизни населения РФ.

Приведенные данные развития отрасли показали, что происходит интенсификация во всех сферах экономики. Динамично развивается химическая промышленность, где сравнительно невысокие цены на углеводородное сырье. Развитые страны вынуждены выпускать наукоемкую и крупнотоннажную технику для поддержания конкурентоспособности, укрепления своих позиций на мировом рынке. Мировой опыт практической деятельности химических предприятий показывает, что основной инструмент эффективного развития – государственное финансирование в реализации промышленных проектов.

1.1 Проблемы техносферной безопасности в химической промышленности

При осуществлении технического надзора по итогам 2018 года по данным Ростехнадзора Приволжского Федерального округа над предприятиями химической промышленности выявляются следующие нарушения:

несвоевременное проведение мероприятий по модернизации и техническому перевооружению оборудования и производственных цехов химических предприятий;

высокая степень износа производственных фондов химической промышленности;

необходимость оснащения производственных цехов современным усовершенствованным оборудованием и системой автоматизации;

низкий уровень производственной дисциплины;

неустойчивое финансовое состояние химических предприятий;

недостаточный производственный контроль.

Подход к решению проблемы в сфере обеспечения промышленной безопасности химических предприятий РФ базируется на системном анализе химических производств как опасных техногенных объектов источников возникновения риска.

Кроме того, прослеживается рост показателя смертельных случаев работников химических предприятий во время выполнения трудовых обязанностей. Этот факт сказывается, прежде всего, на внесении изменений в законодательную базу в сфере обеспечения промышленной безопасности. На совещании Ростехнадзора по итогам 2017-2018 гг отмечалось, что важнейшими вопросами в сфере обеспечения безопасности являются пристальное внимание на подходы руководителей предприятий к работе специалистов, а также реализации политики в области обеспечения безопасности.

Решение проблемных вопросов в области промышленной безопасности.

Во-первых, это внесений изменений в законодательную базу РФ. В марте 2013 года президентом Путиным были внесены изменения (ФЗ №22) в Федеральный Закон «О промышленной безопасности ОПО». Данное изменение принципиально мотивирует руководителей (в области расширения полномочий) объектов в отношении обеспечения безопасности на ОПО. Основными изменениями в данном документе является разделение ОПО на 4 класса опасности, что существенно упрощает схему и внедрение риск-ориентированного подхода в области обеспечения промышленной безопасности химических предприятий. С 2014 года все ОПО были обязаны пройти перерегистрацию согласно новым классам опасности. Это вызвано тем, что присутствует потенциальная угроза возникновения ЧС, пожара, аварии или нештатной ситуации на конкретном производственном объекте химической промышленности. Не стоит забывать о фактическом размере зоны заражения, то есть угроза эта распространяется не только на персонал организации, а на жителей города в целом. Для собственника предприятия это значительный материальный ущерб. Основными причинами аварий на химических предприятиях являются: разгерметизация оборудования с последующим выходом АХОВ, износ производственных фондов, низкая техническая дисциплинированность и квалификация кадрового сегмента, игнорирование производственного контроля. Игнорирование производственного контроля – на данный момент актуальный вопрос в сфере проблемы обеспечения техносферной безопасности. Эта причина как составная часть целой системы спровоцирована отдельными элементами. Конкретно, это дефицит инструментария по поиску дефектов, нехватка средств индивидуальной защиты и приспособлений для защиты от ЧС (оборудование, материалы, приспособления и механизмы). Очевидно, что это осознанное игнорирование, вследствие того, что необходимы дополнительные материальные затраты.

Анализ итоговых конкретизированных результатов позволяет руководителю предприятия воссоздать целостную картину по принятию необходимых мер к исполнению для обеспечения промышленной безопасности. Кроме руководителя, сотруднику инспекции эта информация нужна для оценки степени риска аварий на химическом предприятии, корректировка плана работы, оптимизация процесса. Зачастую деятельность производственного контроля организации оказывается неэффективной, это возникает вследствие ее формализма. Впоследствии целостная картина о промышленной безопасности объекта для руководителя открывается только по факту плановой проверки Ростехнадзора.

Таблица 1 – Сведения о количестве документов в области «безопасности», представленных в разделе «Законодательство» РФ в справочных системах

Дата выхода электронного издания	Общее количество действующих документов	Количество документов, в которых употребляются слова				
		«безопасность»	«опасность»	«риск»	«Безопасность, опасность, риск»	
					всего	Доля от общего количества
07.05.2003	134,2 тыс.	15023	21365	2562	19523	15%
26.06.2007	151,2 тыс.	13756	1405	2154	17546	12%
26.05.2008	183,2 тыс.	29256	5522	6012	40256	23%
17.06.2009	202,3 тыс.	33256	3154	6525	45698	23%
02.07.2010	93,25 тыс.	32562	6359	6359	43568	50%

Приоритетное направление государственной политики – ужесточение мер по организации производственного контроля непосредственно самого предприятия, кроме того уведомление руководителя объекта о текущем состоянии безопасности. Также важным является контроль качества выпускаемой продукции, который также основывается на анализе и оценке деятельности производственного контроля предприятия. Учитываются в

данном контексте и тенденции мирового развития химической промышленности.

Ростехнадзором разработана система удаленной диагностики производственного контроля – УДПК. В настоящее время службы производственного контроля, применяя данную программу, устраняют 25% имеющихся нарушений. Также элементом системы обеспечения промышленной безопасности является работа экспертных организаций. На территории РФ зарегистрировано свыше 2000 сертифицированных организаций, осуществляющих проведение экспертизы промышленной безопасности. О том, что на территории РФ осуществляется качественная экспертиза промышленной безопасности стоит сомневаться. Это объясняется тем, что вся процедура экспертизы документально описывается теоретическими методами, без детального и практического эффекта. Выявляется еще проблема в обеспечении промышленной безопасности – некачественная экспертиза промышленной безопасности лицензированными организациями. Осуществляя данную процедуру документально на основании законодательной базы, производится анализ и расчеты, а по факту специалист даже не выезжает на ОПО. Поэтому для сертифицированных организаций недостаточно наличие лицензии, а важно внедрение новых методов обеспечения безопасности технологических процессов. Такие мероприятия эффективны будут лишь при принятии мер на государственном уровне.

1.2 Роль химической промышленности в мировой экономике

В мировой экономике роль химического комплекса оказывает существенное влияние на многие ключевые отрасли промышленности.

На рисунке 1 приведены данные динамики индексов производства по основным видам экономической деятельности в РФ, 2016 год.

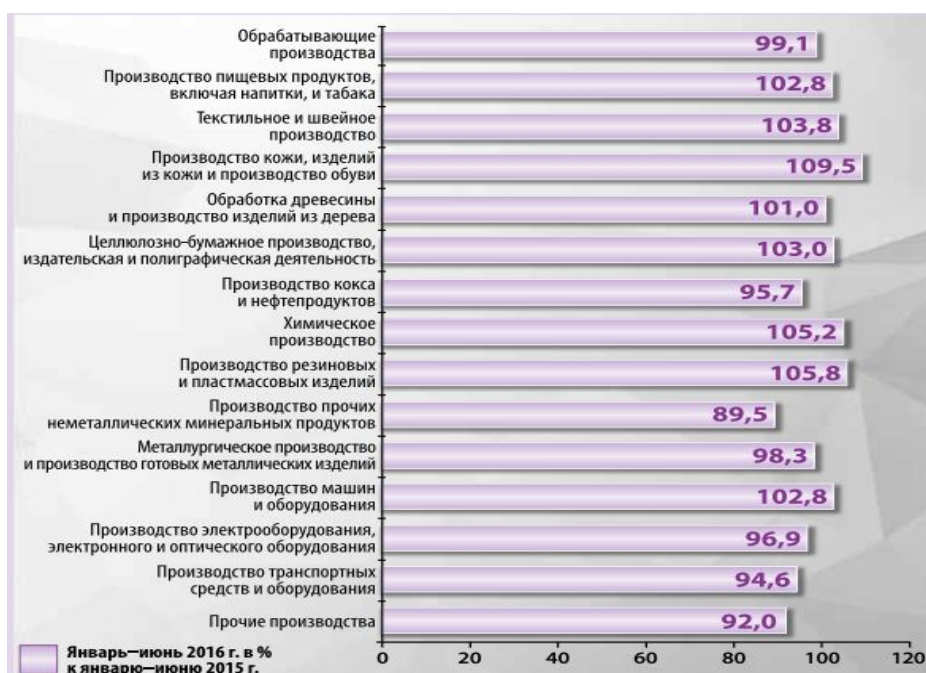


Рисунок 1 – Динамика индексов производства по основным видам экономической деятельности в РФ, 2016 год

«Более 60% мирового производства химической промышленности составляет производство основных химических веществ (кроме продукции нефтехимии), в первую очередь, сегмент минеральных удобрений, а также производство пластмассовых изделий» [11].

«В 2014 году объем выпуска минеральных удобрений составил 19615,8 тыс. т, в том числе азотных — 8209,5 тыс. т, фосфорных — 3008,8 тыс. т, калийных — 8397,5 тыс. т. Загрузка мощностей в производстве минеральных удобрений составила 81 %. В 2014 году потребление минеральных удобрений отечественными сельскохозяйственными товаропроизводителями составило 2532 тыс. т, что составляет 13 % от объема производства» [16].

«Минеральные удобрения традиционно занимают лидирующие позиции в экспорте отечественной продукции химического комплекса (около 35 %). Общий объем валютной выручки от поставок минеральных удобрений на экспорт в 2014 году составил 8,91 млрд долларов США. В 2014 году закупки минеральных удобрений отечественными сельскохозяйственными товаропроизводителями, по оперативным данным, составили около 2,4 млн т (в пересчете на 100 % питательных веществ), что на 1,4 % больше, чем в 2013

году. Одним из основных направлений получения добавленной стоимости и коммерциализации основных видов сырья является получение широкой гаммы химической продукции отрасли, в том числе аммиака, метанола, их производных, включая производство минеральных удобрений, меламина и др» [16].

«Сегмент минеральных удобрений является одним из наиболее развитых в структуре российской химической промышленности и сохранит свое развитие в дальнейшем, укрепляя свои экспортные позиции, с одновременным развитием внутреннего рынка и повышением эффективности компаний. В сегменте калийных и фосфорных удобрений преимущество отечественных производителей будет обеспечено широким доступом к сырью (калийная и фосфорная руда). Модернизация существующих предприятий в сегменте азотных удобрений с целью повышения энергоэффективности, ресурсосбережения и экологической безопасности позволит сохранить конкурентоспособность на глобальном рынке. Модернизация мощностей также позволит снизить негативное воздействие производств минеральных удобрений на окружающую среду при ужесточении и общей гармонизации экологических требований с международными экологическими стандартами. Важным фактором конкурентоспособности российских производителей станет расширение производства сложных и комплексных удобрений, адаптированных под современные потребительские предпочтения. Рост данных продуктовых направлений потребует от компаний собственных научно-исследовательских разработок и технологий в области производства и применения минеральных удобрений» [16].

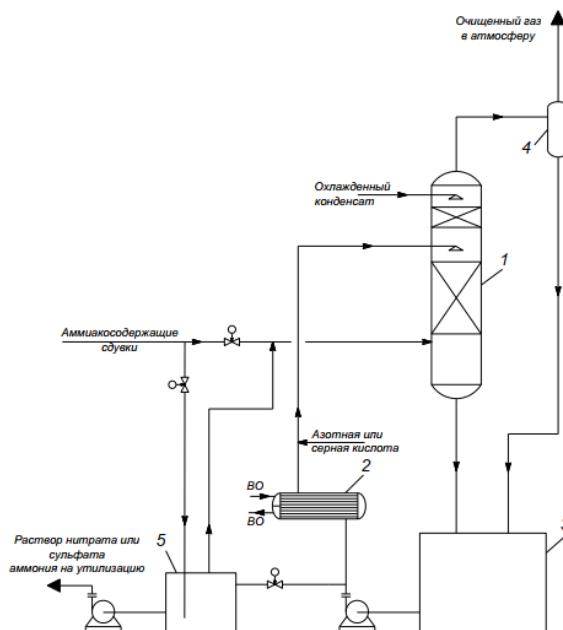
«Сохранение позиций на экспортных рынках должно сопровождаться развитием внутреннего рынка посредством стимулирования потребления минеральных удобрений и увеличения доли использования сложных удобрений в сельском хозяйстве. Для реализации потенциала внутреннего рынка должна оказываться более активная государственная поддержка

сельхозтоваропроизводителей в виде доступа к дешевым источникам финансирования и (или) предоставления дотаций на развитие инфраструктуры по транспортировке, хранению и внесению минеральных удобрений, в том числе сложных, и последующей интенсификацией сельского хозяйства» [16].

1.3 Опасные и вредные факторы, техносферные опасности

Опасными факторами в результате деятельности технологического процесса производства карбамида являются текущие уровни эмиссии в окружающую среду. Конкретно, это газовые выбросы в атмосферу (сдувочные газы отделений дистилляции), а также потоки отходящего воздуха из узлов получения твердых форм готового продукта. Метод борьбы с данным фактором – очистка газов от аммиака «путем абсорбции водными растворами при высоком среднем и низком давлениях и давлении близком к атмосферному» [16].

«Для тонкой очистки отходящих газов от примеси аммиака применяют кислотную промывку. Наибольшее распространение получили установки кислотного улавливания с использованием азотной кислоты» [16]. На рисунке 2 представлена принципиальная схема современного узла кислотного улавливания. Данная установка действует на ПАО «КуйбышевАзот» по подаче азотной кислоты.



1- скруббер; 2- холодильник; 3 – сборник нитрата; 4 – сепаратор-каплеотделитель; 5 - донейтрализатор

Рисунок 2 - Принципиальная схема современного узла кислотного улавливания

Также перспективным решением на сегодняшний день является проектирование и строительство башен прилирования – инженерно-технических сооружений (совершенствования технологического процесса гранулирования частиц КАС). На рисунке приведена схема получения карбамида прилированием.

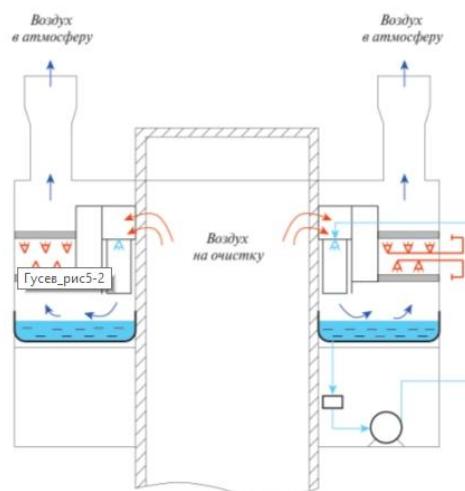


Рисунок 3 – Схема получения гранул карбамида путем прилирования

Отходы производства карбамида, попадающие в сточные воды – незначительные примеси и диоксида углерода. Также путем совершенствования технологического процесса (очистка сточной воды для получения котловой воды). Методы очистки сточных вод – десорбция, гидролиз.

Средства индивидуально защиты – специальный костюм, ботинки или сапоги, резино-трикотажные перчатки, респиратор РУ-60м-В, РУ-60м-КД, У-2к, Ф-62Ш, РПА-1 или РПГ-67, ватно-марлевая повязка, противогаз марки КД или М.

В процессе нарушения технологического процесса и выхода КАС возможно негативное воздействие опасных факторов на человека (преимущественно - работников предприятия). На рисунке 4 приведены вредные производственные факторы, на рисунке 5 приведена схема возникновения и развития аварийных ситуаций при производстве карбамида.

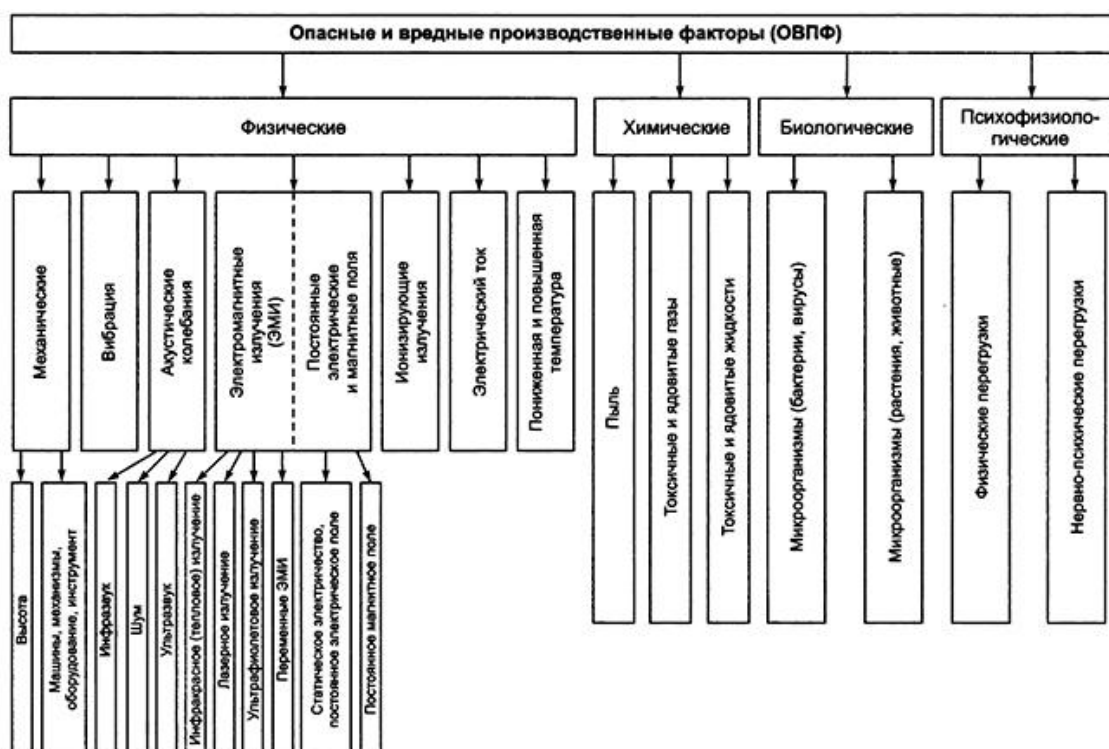


Рисунок 4 – Вредные факторы производственной среды



Рисунок 5 – Схема возникновения и развития аварийных ситуаций при производстве карбамида

1.4 Статистические данные о ситуации промышленной безопасности в химической промышленности РФ

«В России ежегодно происходит около 50 аварий с выбросом АХОВ.

«Химический комплекс России играет значимую роль в национальной экономике с точки зрения ее вклада в занятость, выпуск и внешнеторговый баланс. Однако выпуск продукции российской химической промышленности представлен, в основном, продукцией низких производственных переделов. Таким образом, несмотря на наличие фундаментальных факторов для обеспечения конкурентоспособности на мировом рынке, таких как, доступ к сырью, крупный внутренний рынок, задел для развития отраслевой науки и кадрового состава, потенциал развития химической промышленности России не может быть реализован в полной мере ввиду наличия системных барьеров для развития отрасли» [8].

На рисунке 6 приведены данные производства удобрений в РФ в пересчете на 100% питательных веществ.

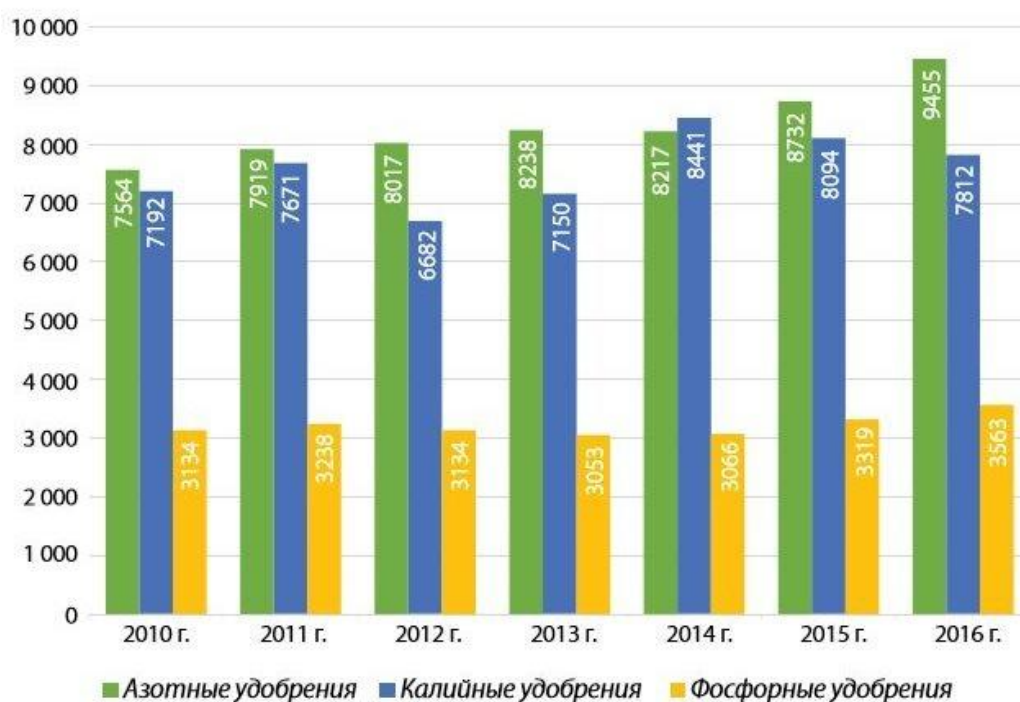


Рисунок 6 – Производство удобрений в РФ в пересчете на 100% питательных веществ, тыс. т

«Охрана окружающей среды»

К факторам негативного воздействия на окружающую среду при производстве аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот относятся:

- выбросы в атмосферу;
- сточные воды;
- крупнотоннажные побочные продукты - прочие факторы негативного воздействия.

При сопоставлении значений выбросов/сбросов аналогичных производств следует обратить внимание на возможные погрешности, связанные с различным объемом обрабатываемого массива данных, использованием разных методов анализа, приборного парка, алгоритма пересчета в необходимые величины и т.д.

Существует проблема с отнесением уровня эмиссий к конкретному производству/марке продукта (объединенная отчетность нескольких производств, отдельная отчетность одного производства, общие очистные

сооружения, широкий ассортиментный ряд продукции), а также в связи с тем, что различные марки продукции могут производиться на одном и том же оборудовании и эмиссии в воздух осуществляются (могут осуществляться) через один источник выброса» [16].

1.5 Текущее состояние промышленной безопасности в ПАО «КуйбышевАзот»

ПАО «КуйбышевАзот» - активно развивающееся предприятие РФ в области производства минеральных удобрений, а также капролактама. Предприятие входит в десятку крупнейших по производству минеральных удобрений. На рисунке 7 показаны данные доли ПАО «КуйбышевАзот» в производстве удобрений за 2016 год.

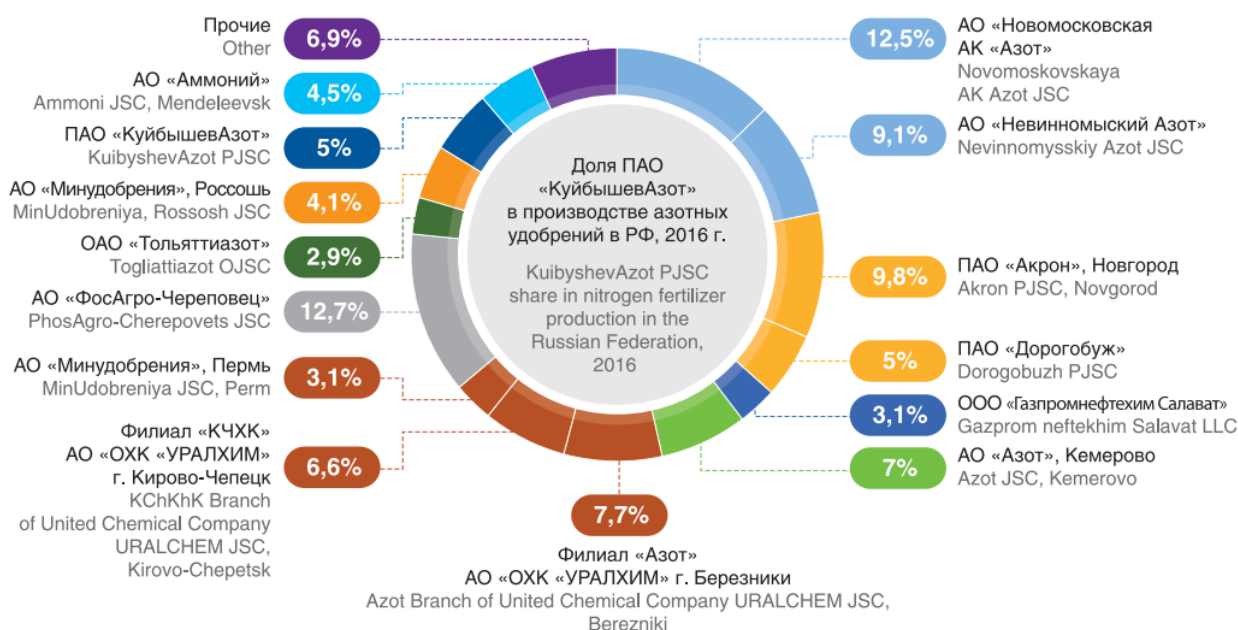


Рисунок 7 - Доля ПАО «КуйбышевАзот» в производстве удобрений, 2016 год

В 2016 году цены на азотные удобрения были снижены и достигли минимума последних десяти лет. Это произошло в связи с вводом нового оборудования производства карбамида и других удобрений. Между тем к концу года ситуация стабилизировалась под влиянием уменьшения экспорта карбамида. Далее увеличилось количество объемов производства карбамида.

На рисунке 8 приведена структура продаж азотных удобрений по регионам за 2016 год [15-19].

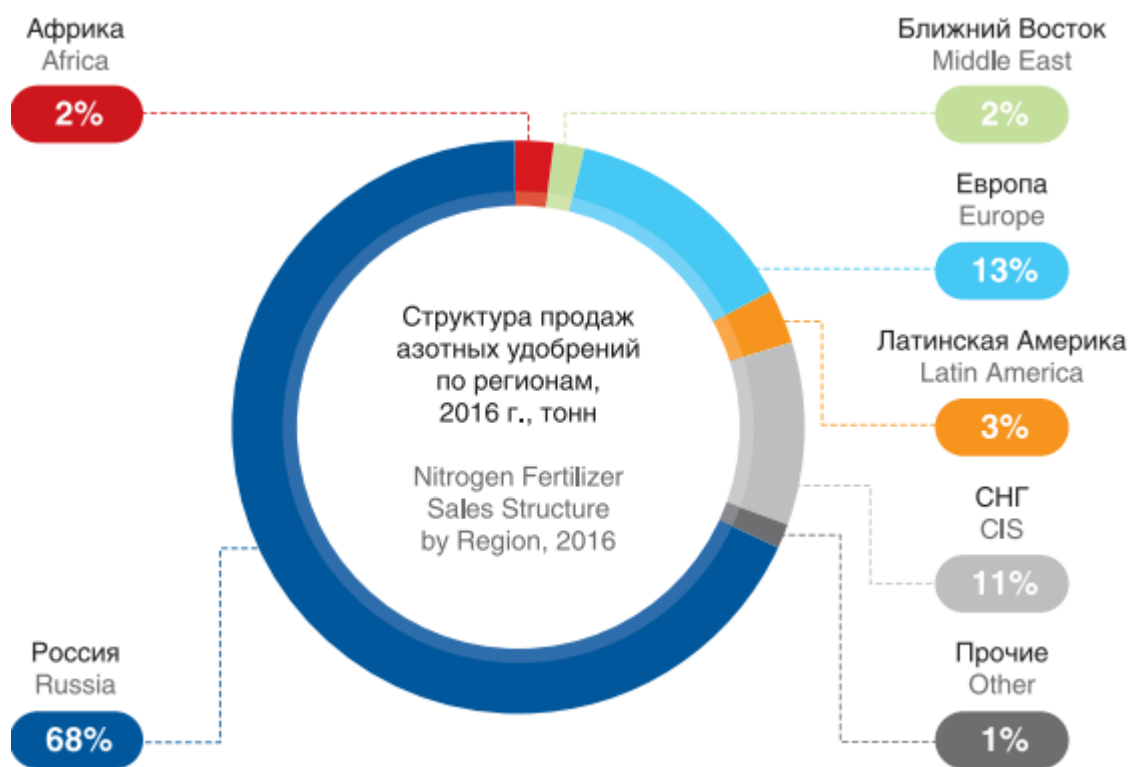


Рисунок 8 – Структура продаж азотных удобрений по регионам, 2016

Как видно, из рисунка 8, среди стран-экспортеров азотных удобрений, следует выделить страны Европы, Латинской Америки, Африки и Ближнего Востока. Поставки внутреннего рынка увеличили обороты на 5%, что составляет около 980 тыс. т минеральных удобрений. Самым востребованным удобрением на ПАО «КуйбышевАзот» является аммиачная селитра. 85% производственного сырья поступило на внутренний рынок. Кроме того, с 2016 года наблюдается динамика продаж карбамида на нужды промышленного производства (прирост +25%); на нужды сельского хозяйства – (прирост +14%). Экспорт отечественному потребителю – одно из важнейших и приоритетных направлений ПАО «КуйбышевАзот».

Дилерские центры предприятия расположены по всей территории РФ, а именно Саратовской области, Ульяновской, Самарской, республике Мордовии, Краснодарском Крае и т.д. Формирование стратегических направлений по продвижению азотных удобрений – цель комплексного подхода политики предприятия. Происходит оптимизация многих процессов и направлений, например, расширяется ассортимент удобрений, улучшается качество логистических связей. На рисунке 9 приведены данные по производству карбамида и других удобрений, тыс. т за 2016 г [20,21].

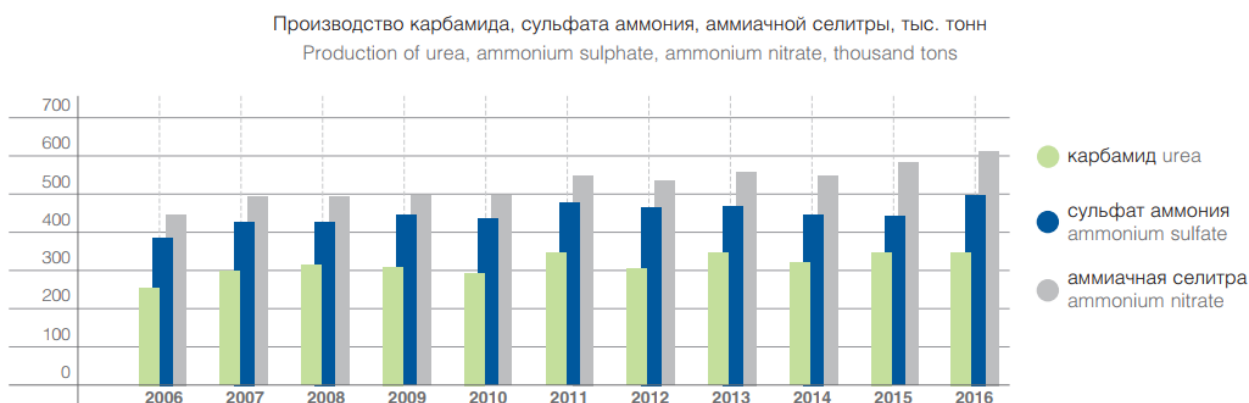


Рисунок 9 – Производство карбамида и других удобрений, тыс. т за 2016 г

Вывод к разделу 1

Сегмент производства минеральных удобрений является одним из наиболее развитых в структуре российской химической промышленности и сохранит свое развитие в дальнейшем, укрепляя свои экспортные позиции, с одновременным развитием внутреннего рынка и повышением эффективности компаний.

Проблемы техносферной безопасности в химической промышленности:

1. Срыв сроков модернизации технологического оборудования, реконструкции цехов и технического перевооружения производственных зон (проблема возникает из-за потребности в материальных ресурсах);

2. Низкий уровень производственной дисциплины, а также отсутствие высококвалифицированных кадров согласно специфичности

технологического процесса ОПО (например, для ПАО «КуйбышевАзот» - специалисты в области производства капролактама, КАС)

3. Высокая степень износа производственных фондов химического производства

4. Несовершенство (необходимо ужесточение контроля над деятельностью ОПО) законодательных документов в области обеспечения промышленной безопасности РФ

5. Неустойчивое финансовое положение химических предприятий (высокая конкурентоспособность на мировом рынке)

6. Недоукомплектованность функционирующих производственных мощностей современным усовершенствованным оборудованием и системой автоматизации

7. Необходимость в техническом обеспечении средств индивидуальной защиты, оборудования для защиты от ЧС

Риск-ориентированный подход применяется в области государственного контроля. Целью является оптимизация трудовых и материальных ресурсов посредством снижения числа проверок там, где риск (угрозы возникновения ЧС, аварии, внештатных ситуаций) минимален. Суть риск-ориентированного подхода заключается в том, что происходит эффективное распределение контрольно-надзорных мероприятий в отношении производственных объектов. Опасные производства подлежат качественному контролю, в благоприятных зонах – количество проверок уменьшается.

2 Характерные особенности обеспечения промышленной безопасности при производстве карбамида

2.1 Производство карбамида в РФ

Карбамид — продукт высокой ликвидности, производимый из газового сырья. «Для получения товарного карбамида в промышленном комплексе «аммиак-карбамид» необходимы метансодержащий газ, атмосферный воздух и вода из водоисточника. Карбамид — высококонцентрированное азотное удобрение с содержанием азота в товарном продукте не менее 46,2 масс. %, причем азот в карбамиде содержится в амидной форме, что препятствует накоплению «нитратов» в растениях, вымыванию из почвы при дождевых осадках, оказывает благоприятное действие не только на повышение урожая, но и улучшает качество сельскохозяйственных культур: повышает содержание сахара, масла, аскорбиновой кислоты и клейковины у зерна и т. Д.» [11].

«Типичные источники выброса аммиака на стадии синтеза — это неконденсируемые отработанные газовые потоки, поступающие из отделений улавливания аммиака и сепараторов. Такие технологические отработанные газовые потоки образуются в результате присутствия инертных газов в CO_2 и воздухе для пассивации в целях предотвращения коррозии. Эти газовые потоки состоят из водорода (H_2), кислорода (O_2), азота (N_2), аммиака (NH_3) и углекислого газа (CO_2). Определенное количество H_2 , O_2 и NH_3 может привести к образованию взрывчатой газовой смеси. Риск уменьшается посредством каталитического сжигания H_2 , содержащегося в CO_2 , до величины ниже 300 ppm или путем разбавления отработанных газовых потоков углекислым газом или азотом» [16].

Доля карбамида в общей структуре потребления мировых запасов азотных удобрений увеличивается, данные приведены на рисунке 10.

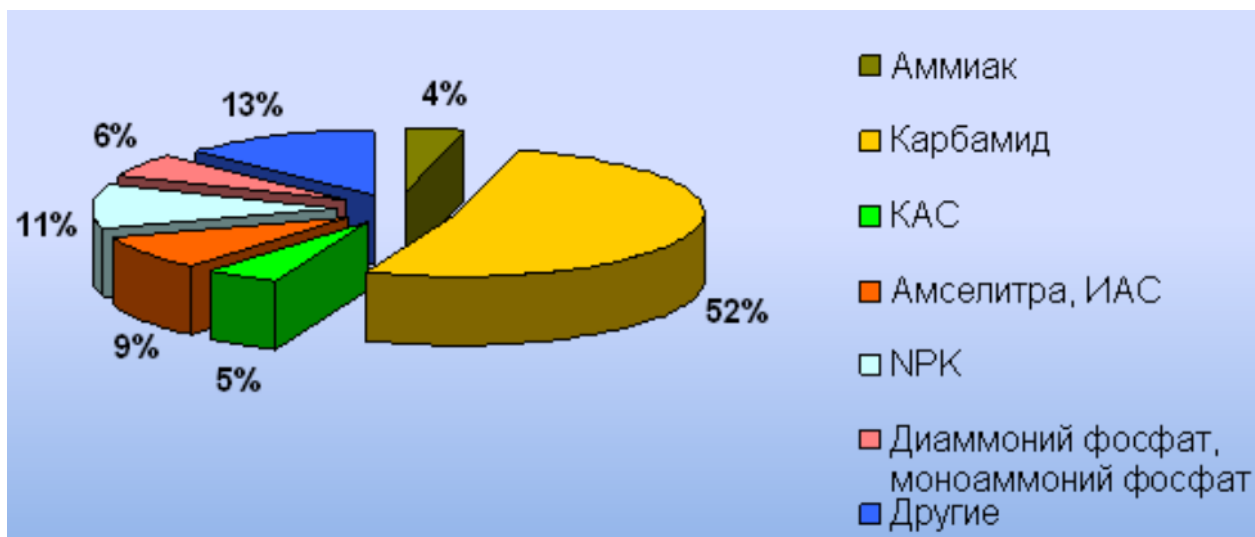


Рисунок 10 - Доля карбамида в общей структуре потребления мировых запасов азотных удобрений

«Сейчас она превышает 60 % — 70 % всего мирового рынка азотных удобрений, а с учетом КАС суммарная доля карбамида в твердой форме и в виде раствора еще выше. Карбамид используется в животноводстве как белковый заменитель в корме для крупного рогатого скота, овец и коз. В последние годы доля карбамида, используемого в промышленности начала расширяться. Дополнительно к традиционным областям применения карбамида для получения меламина, карбамидных смол, синтеза циануровой кислоты, очистки моторных масел, производства гербицидов, лекарств, косметических препаратов, появились новые: производство антигололедных реагентов, очистка отходящих газов от NOx» [8].

Мировые мощности по производству карбамида превышают ~200 млн т/год и продолжают расти. Годовая выработка продукта на предприятиях Российской Федерации составляет ~8 млн т. В России, как и во всем мире, карбамид в промышленности получают путем синтеза из аммиака и диоксида углерода при высоком давлении и температуре.: $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{NH}_2\text{COONH}_4 \leftrightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ Основной вид сырья: жидкий аммиак марок Ак и Б с массовой долей 99,6 % поступает из производства аммиака, в котором хранится в изотермическом хранилище при атмосферном давлении и температуре минус 34 °С, что позволяет обеспечить минимально возможное

содержание растворенных газов в жидком аммиаке. Второй компонент: диоксид углерода, являющийся побочным продуктом производства аммиака, выделяют из конвертированного газа методами абсорбции водными растворами органических или неорганических оснований» [11].

«Выделенный таким образом CO_2 может содержать примеси N_2 , H_2 , CO , CH_4 , O_2 , а также сернистых соединений из углеводородного сырья. Поскольку реакция синтеза карбамида идет при повышенном давлении и температуре для сжатия компонентов сырья до давления синтеза, а затем для отделения и возврата непрореагировавших реагентов необходима электроэнергия и тепло греющего водяного пара. Для охлаждения и конденсации непрореагировавших компонентов, а также водяных паров на стадиях выпаривания необходима охлаждающая вода. Товарный карбамид выпускается в виде прилл или гранул в зависимости от используемой технологии: приллирование в башнях или гранулирование в КС» [8].

На сегодняшний день на территории Российской Федерации эксплуатируется 10 предприятий, производящих карбамид. Их географическое расположение, сроки введения в эксплуатацию, производительность, используемые технико-экономические показатели приведены в таблице 8.1.

Таблица 2 – Предприятия химической промышленности РФ (1966-2018 гг)

Название предприятия	Месторасположение	Год ввода в эксплуатацию	Годовой объем выпуска	Технолог. процесс
ПАО «КуйбышевАзот» Цех №4 (2 агрегата)	г. Тольятти	1968 2008	361,9	Жидкостный рецикл
ОАО «Невинномысский азот» цех №2 (3 агрегата)	г. Невинномысск	1966 2006 1963 2011	361,9 384,4	Полный жидкостный рецикл
ОАО «ТольяттиАзот» Цех 08 (1 агрегат) Цех 09 (1 агрегат)	Г. Тольятти	1979 1980	550,0 550,0	Автостриппинг

«Из представленной таблицы видно, что установки, введенные в эксплуатацию в более поздние сроки, имеют лучшие показатели по энергозатратам. Тем не менее, благодаря проведенным реконструкциям даже очень старые агрегаты (эксплуатирующиеся с шестидесятых годов) продолжают эффективно работать, и по показателям энергозатрат не сильно уступают агрегатам, запущенным позднее. Более половины установок карбамида, работающих в России, были введена в эксплуатацию в 1960–1980-е годы. Т. е. срок их эксплуатации составляет более 30 лет, что и определяет основные приоритетные проблемы отрасли производства карбамида» [11].

«Это в первую очередь физический и моральный износ оборудования. Также сюда относится недостаточная высокая энергоэффективность старых агрегатов. Кроме того, неоднозначная картина по экологической безопасности действующих производств. Физически устаревшее оборудование при возникновении проблем с ним приводит к

незапланированным остановкам, потере выработки и прибыли. Моральный износ оборудования связан с применением устаревших конструкций аппаратов и их внутренних элементов, что не позволяет вести процесс достаточно эффективно. С этим связана другая проблема — недостаточная энергоэффективность старых производств» [11].

«Применение устаревших конструкций оборудования и технологических схем в ряде случаев не позволяет достичь современного уровня энергопотребления. В первую очередь это касается агрегатов карбамида АК-70, работающих по технологии полного жидкостного рецикла. Частично две данные проблемы решены за счет постепенного внедрения реконструкции данных агрегатов по технологии URECON®2006. Она позволяет приблизить показатели работы старых цехов к современному уровню, а также значительно продлить срок службы оборудования. Однако технология еще не реализована в полной мере на всех площадках. Сложная ситуация в отрасли сложилась с узлами получения твердых товарных форм продукта (с получением жидких товарных форм, в виде растворов, проблем нет, поэтому мы их здесь не рассматриваем). В середине семидесятых годов прошлого века существенно возросли требования потребителя к грануляционному составу продукта в отношении крупности и однородности гранул, а также к температуре отгружаемого продукта. Для получения карбамида в соответствии с указанными требованиями были разработаны новые башни приллирования с повышенной высотой полета гранул (70–85 м), оснащенные (для предотвращения деформации незатвердевших частиц и раскалывания затвердевших) встроенным аппаратом охлаждения гранул в КС и пылеочистным устройством инжекционного типа. Построено более двух десятков башен приллирования в производствах карбамида России (6 шт.), Украины, Беларуси, Литвы, Узбекистана, Алжира, которые выпускают без дополнительной классификации и ретура, продукт с содержанием фракции 2–3 мм 94 % — 98 % и прочностью около 1,0–1,1 кгс/гранулу (на размер средней фракции)» [11].

На рисунке 11 приведены данные агрегата карбамида по технологии URECON.

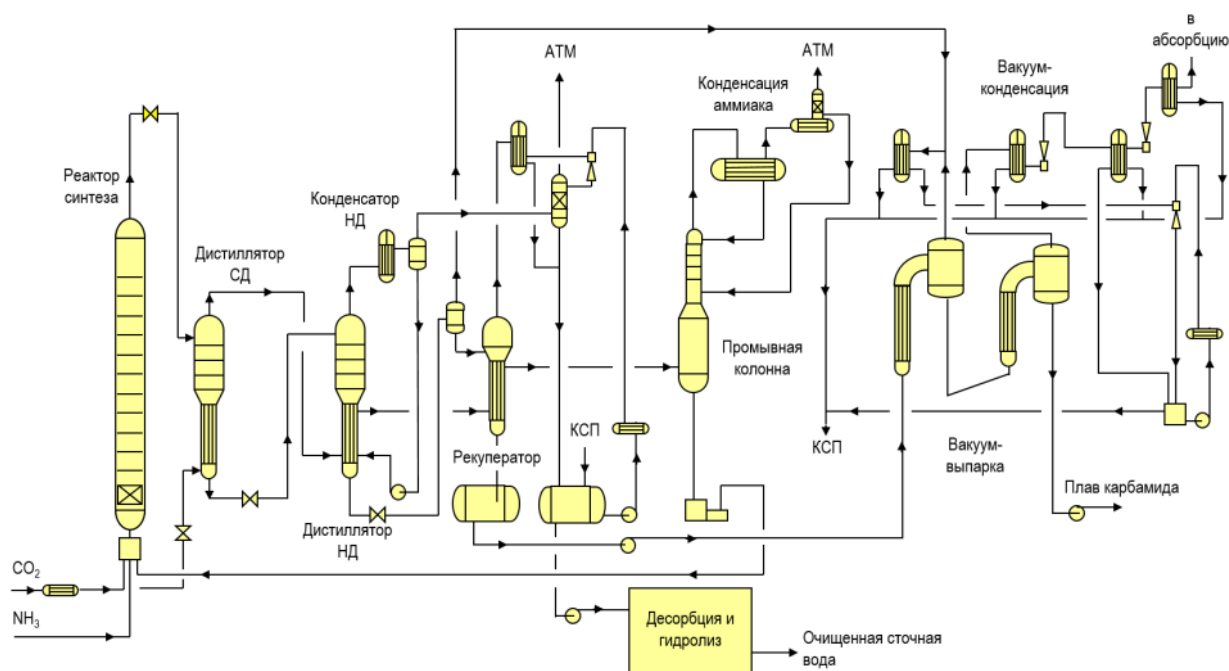


Рисунок 11 – Агрегат карбамида по технологии URECON, 2006

«Пылеочистное устройство, смонтированное на башнях, позволяет двумя зонами промывки загрязненного воздуха обеспечить остаточное содержание пыли карбамида менее 10 мг/нм³, что ниже предельных норм выбросов, установленных за рубежом. Однако ряд установок карбамида, построенных в начале восьмидесятых годов по договорам комплектной поставки с инофирмами, были укомплектованы башнями с высотой, недостаточной для получения крупных и прочных гранул, а установленные на них пылеочистные устройства практически неработоспособны (был предусмотрен байпас загрязненного воздуха, минуя очистное устройство прямо в атмосферу). Такие башни приллирования нуждаются в доработке и оснащении эффективными очистными сооружениями. В настоящее время новые производства карбамида зачастую комплектуются установками грануляции в КС вместо башен приллирования» [11]. На рисунке 12 приведена схема дистиллятора низкого давления.

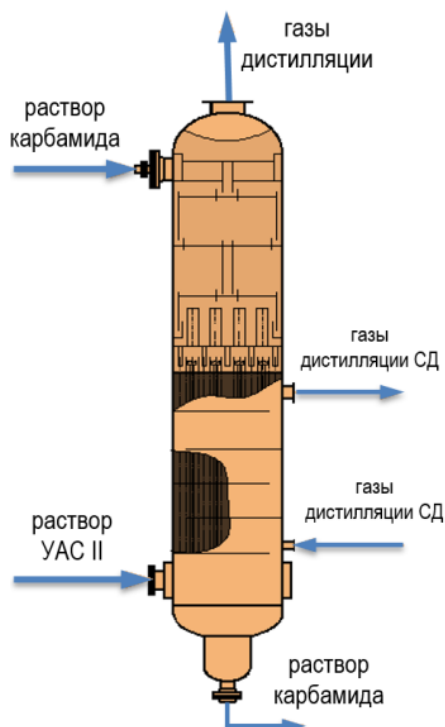


Рисунок 12 – Дистиллятор низкого давления

«Данная технология обладает таким преимуществом, как повышенная прочность продукта. Необходимо отметить, что по результатам последних исследований Stamicarbon (доклад High-Efficiency Technology go Urea Fluid-Bed Granulator Exhaust Gas на Nitrogen+Syngas 2014) газы, отходящие с установки, содержат аммиак и субмикронную пыль карбамида (менее 1 мкм). Для очистки этих газов до нормативных показателей простой водной промывки недостаточно (предлагается система, содержащая шесть ступеней очистки, включая зону электростатического улавливания и зону кислотной промывки)» [11].

«Технология URECON® 2006 может быть использована как для проведения реконструкции агрегата карбамида, так и для строительства нового агрегата карбамида по схеме усовершенствованного полного жидкостного рецикла. Основные отличия URECON®2006 от технологии полного жидкостного рецикла кроются в конструкции узла синтеза и

оформлении узлов дистилляции среднего и низкого давлений. Поэтому приведем здесь описание только этих узлов» [8].

Попытки решения проблемы обеспечения промышленной безопасности в мире

«Достаточно быстро выяснилось, что техногенная опасность крупных аварий генерирует в западных техно-социальных системах еще более мощную опасность и угрозы социального характера – иррациональный страх индивида. Например, был хорошо известен и изучен такой феномен, как «западный ядерный страх». Для его контроля требовались в первую очередь манипулятивные приемы массовым сознанием, чем чисто технические меры безопасности. Так, например, принятие пороговой модели воздействия радиации на живое шло в тандеме с внедрением «внеморальных» учений о приемлемом риске и стоимости человеческой жизни.

В культурах с протестантской этикой вопрос о границах круга «всех лиц» и мере «чрезмерности» разрешается в схватке рискующих жизнью и рискующих прибылью. Конкуренция индивидов за безопасное место в техно-социальной системе привела к вытеснению опасных производств на периферию «устойчивого развития» [7].

«При переходе от обеспечения надежности человеко-машинных систем к обеспечению безопасности в технико-социальных системах в фокус внимания на Западе был поставлен рискующий индивид, а не опасный объект. Это и понятно, ведь конкурирующий индивид – антропологическая основа западного общества – его нужно сохранять и лелеять. Опасные объекты техносферы вполне можно переместить подальше от постмодернизированных индивидов на «варварскую» периферию и наладить оттуда уже импорт произведенного. Безопасные товары индивид потребляет без «отпечатка» опасности производства. Это и дешевле, и не терзает совесть еще недоатомизировавшихся. В конкурентной борьбе за техногенные опасности победили догоняющие. Невозможно враз переместить все техногенные опасности на периферию, да это и не нужно. Полная

неопасность также вредна, как и угрожающая опасность. Для поддержания здраво будоражащего уровня техногенных опасностей в техноослабленных уже социо-технических системах нужны не RiskProm.RU, 2010 © 39 столько физические проявления угроз, сколько их образы, специально поставляемые в массовое сознание. Этот процесс называют «управление риском» Его цель – контроль над техногенными страхами индивидов. Подобный механизм вводится и в России, о чем еще пойдет речь в третьей главе (вводное формальное описание «управления риском» см. выше в Главе 1). Но в РФ не так еще много индивидов, а «традиционные» люди никак не могут понять, о чем идет речь в «управлении риском» [7].

2.2 Получение удобрения жидкого азотного – карбамидно-аммиачной смеси на ПАО «КуйбышевАзот»

2.2.1 Основные физико-химические свойства КАС

Удобрения жидкие азотные (КАС) представляет собой смесь водных растворов карбамида и селитры аммиачной.

Химическая формула $\text{NH}_2(\text{CO})\text{NH}_2 \times \text{NH}_4\text{NO}_3$

В зависимости от содержания азота, влияющего на температуру кристаллизации, и, следовательно, на границы применения по климатическим условиям, удобрения жидкие, азотные выпускаются двух марок: КАС-30, КАС-32.

Растворы КАС имеют преимущество перед другими жидкими азотными удобрениями – низкое содержание свободного аммиака, что практически исключает потери азота из-за летучести свободного аммиака при погрузочных операциях, внесении КАС в почву.

Подача реагентов

«Диоксид углерода поступает из цеха по производству аммиака с давлением не менее 50 мм вод. ст. и температурой не более 45 °С. Перед компримированием газ проходит влагоотделитель. С целью предотвращения коррозии в узле синтеза в поток диоксида углерода вентилятором

нагнетается воздух в количестве, обеспечивающем объемную долю кислорода в диоксиде углерода 0,6 % — 0,7 %. Диоксид углерода нагнетается компрессором в колонну синтеза с давлением 20 МПа. Жидкий аммиак поступает в производство карбамида из заводских сетей с давлением 1,1 МПа. Насосами низкого давления аммиак через фильтры закачивается в танк аммиака, где смешивается с возвратным аммиаком из технологии. Из танка аммиак плунжерными насосами высокого давления с давлением 20 МПа и температурой 60 °С — 90 °С подается в колонну синтеза. В колонну синтеза насосами также подается раствор карбамата из узла рецикла» [16].

«Синтез Реакция синтеза в колонне протекает в две стадии по уравнениям: $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{NH}_2\text{-COONH}_4 + 125,6 \text{ кДж/моль}$ (1) $\text{NH}_2\text{-COONH}_4 \leftrightarrow \text{NH}_2\text{-CO-NH}_2 + \text{H}_2\text{O} - 15,49 \text{ кДж/моль}$ (2) Аммиак и диоксид углерода реагируют по уравнению (1) с образованием карбамата аммония и выделением тепла.

Характерной особенностью данного процесса является наличие только одного аппарата высокого давления — реактора синтеза. Компоненты подаются в реактор синтеза в таком количестве, чтобы мольное соотношение $\text{NH}_3:\text{CO}_2$ составляло $L \approx 4$. Высокое значение L позволяет добиться большой степени конверсии CO_2 в карбамид (до 65 % — 70 %). Среднее давление Раствор карбамида после реактора синтеза с температурой 195 °С дросселируется до давления 1,5–1,8 МПа и направляется в ректификационную колонну 1-й ступени. Жидкая фаза из нижней части колонны поступает в подогреватель I ступени, где нагревается паром 1,4–1,6 МПа до температуры 145 °С — 162 °С, при этом происходит разложение карбамата аммония и отделение основной части не прореагировавших аммиака и диоксида углерода от раствора карбамида. Из подогревателя газожидкостная смесь направляется в сепаратор для разделения фаз. Газы из сепаратора направляются в среднюю часть ректификационной колонны. Газообразный аммиак и диоксид углерода из верхней части ректификационной колонны направляется в конденсатор среднего давления

(барботер). Здесь происходит абсорбция основной части CO_2 и части NH_3 . Тепло реакции снимается охлаждающей водой» [16]. На рисунке 13 изображена схема технологического процесса.

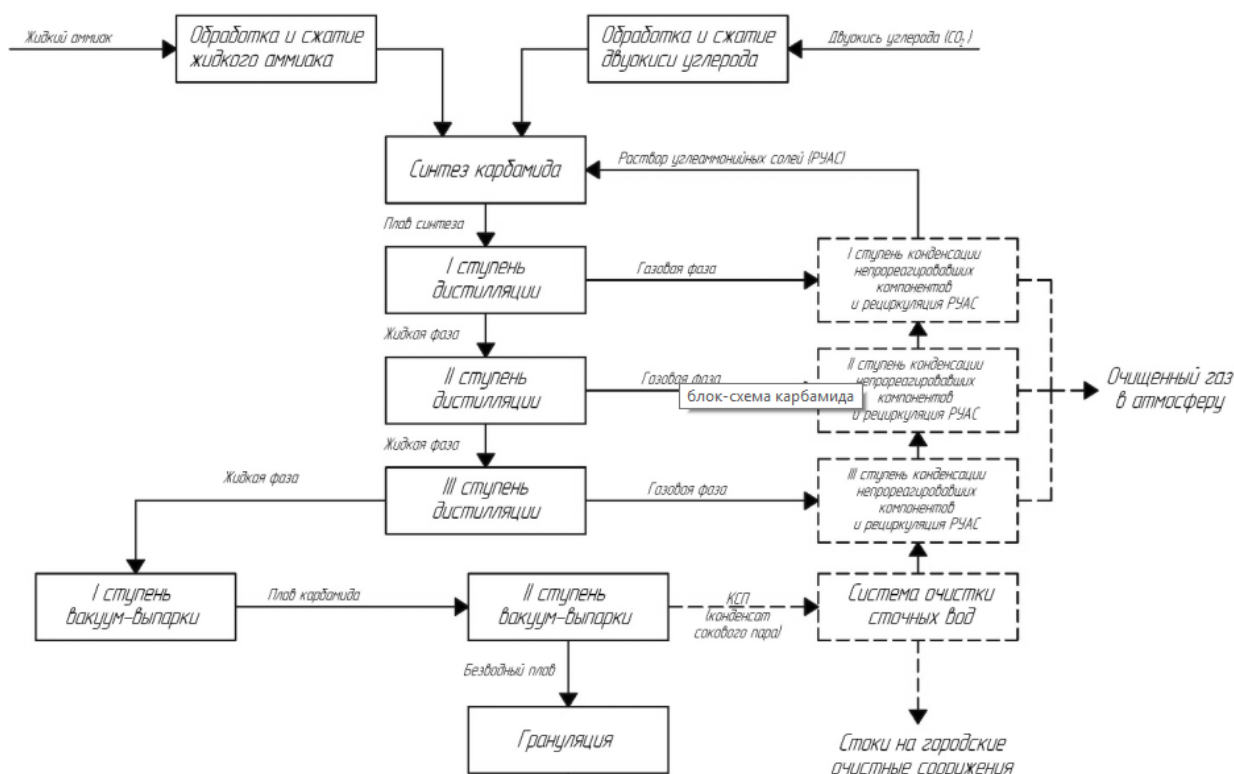


Рисунок 13 – Схема технологического процесса

2.2.2 Описание технологического процесса производства карбамида

Количество технологических линий

Процесс получения селитры аммиачной состоит из следующих стадий:

Получение раствора нитрата магния в одну линию.

В процессе производства КАС, в результате реакции в водном растворе карбамида, может образовываться биурет, являющийся вредной примесью из-за токсического воздействия на растения. Для получения КАС с минимально возможным содержанием биурета (не более 0.3%) , необходимо выполнение следующих пунктов:

- Обеспечение стабильной подачи раствора карбамида с концентрацией не менее 75%.

- Содержание биурета в плаве карбамида не более 0.35%.
- Расход раствора карбамида не менее 10 м³/час.
- Не допускать работу установки получения КАС при нагрузке по раствору карбамида менее 7 м³/час (в пересчете на сухое вещество).
- Поддерживать уровень КАС в нейтрализаторе не более 50%.
- Обогрев аппаратуры и коммуникаций производить только насыщенным паром или конденсатом.

Поддерживать температуру в нейтрализаторе не более 90⁰С.

На рисунке 14 приведена схема агрегата карбамида ПАО «КуйбышевАзот»

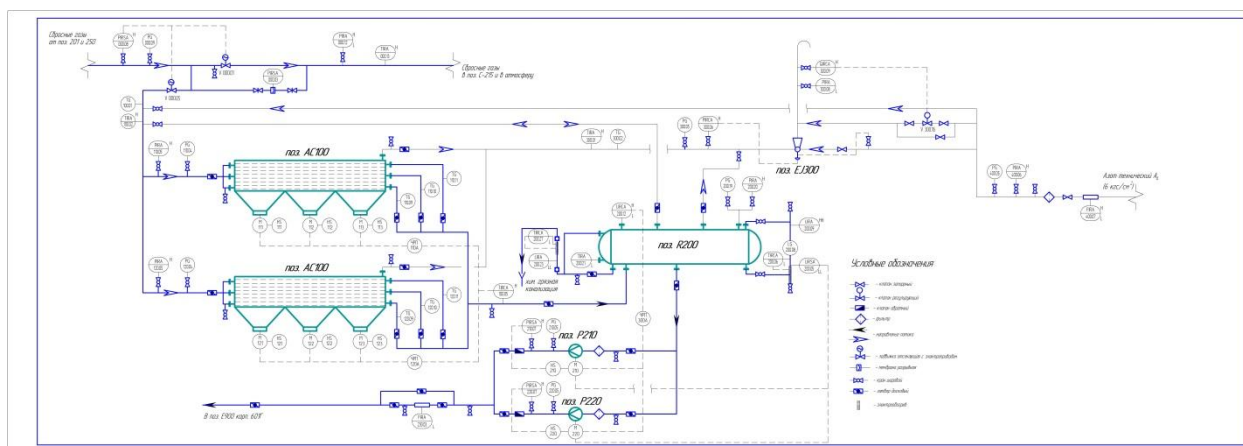


Рисунок 14 – Агрегат карбамида ПАО «КуйбышевАзот»

2.2.3 Установка получения КАС-200

Раствор карбамида концентрацией не ниже 72 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ поступает из цеха №4 производства карбамида в сборник.

Для приготовления КАС используется раствор аммиачной селитры, который подается в емкость после гидрозатвора – нейтрализатора.

Раствор селитры аммиачной концентрацией не ниже 75 % NH_4NO_3 поступает от насосов из сборника в сборник.

Исходные растворы на упаривание поступает в определенном соотношении. Соотношение задается регулятором FCV-202, с учетом данных

по плотности и температуре растворов карбамида и аммиачной селитры. Программа рассчитывает количественное соотношение растворов.

На линиях исходных растворов селитры и карбамида установлены массовые расходомеры для замера плотности и датчики температур.

Показания приборов передаются на контроллер.

Упаривание растворов селитры и карбамида до требуемых концентраций осуществляется при атмосферном давлении насыщенным паром $P_{изб.} - 0,9-1,1$ МПа ($9-11$ кгс/см²) после пароувлажнителя.

Стабильность концентраций растворов достигается за счет поддержания температуры раствора селитры (не более 135 °С) и раствора карбамида (не более 125 °С) после аппаратов путем регулирования подачи пара на выпарку [22-25].

Парожидкостная эмульсия из выпарных аппаратов поступает в сепараторы, где растворы отделяются от сокового пара.

Упаренные растворы аммиачной селитры и карбамида поступают в нейтрализатор.

Нормальный режим работы выпарных аппаратов и нарушения в их работе контролируется системой поддержания постоянного уровня в сборниках.

Кроме того, предусмотрены защитные блокировки – при максимальных уровнях прекращается подача растворов аммиачной селитры и карбамида.

Соковый пар после выпаривания селитры аммиачной отделяется в сепараторе и конденсируется оборотной водой в конденсаторе.

Конденсат сокового пара собирается в сборник, выдача из которого осуществляется самотеком в сборник.

Часть конденсата сокового пара с выпарки селитры аммиачной используется в технологическом процессе на выравнивание состава КАС по содержанию воды (подача в нейтрализатор).

Соковый пар после выпаривания карбамида в испарителе отделяется от упаренного раствора и конденсируется речной водой в конденсаторе.

Конденсат сокового пара с некоторым количеством унесенного карбамида собирается в сборник и насосом выдается на производство карбамида, а часть – на форсунки орошения в конденсатор.

Предусмотрена сигнализация максимального и минимального уровня в сборнике и блокировка отключения насосов при минимальном уровне в емкости.

При максимальном уровне в сборниках идет перелив в сборник.

С учетом данных по плотности и температуре растворов карбамида и селитры по программе рассчитывается соотношение карбамида и селитры аммиачной, подаваемых в нейтрализатор и вводится коррекция в соотношение.

После нейтрализатора полученная смесь растворов охлаждается оборотной водой в холодильнике до температуры 40 °С. Для более эффективного охлаждения раствора КАС в нейтрализаторе предусмотрена циркуляция охлажденного раствора КАС после холодильника в нейтрализатор. На линии выхода раствора КАС после холодильника установлен индукционный расходомер QIC-401 для замера плотности раствора КАС и рН-метр QIC-402 для замера рН раствора КАС, а также датчик температуры.

Показания приборов (расход, плотность и температура растворов) автоматически вводятся в программу, которая пересчитывает по формуле, исходя из заложенным в ней табличных данных и передает сигналы на исполнительные механизмы регулирующих клапанов, которые в свою очередь корректирует состав раствора КАС.

Доведение состава КАС осуществляется автоматически путем подачи конденсата сокового пара через регулирующий клапан QCV-401.

рН раствора корректируется путем подачи кислоты азотной неконцентрированной через регулирующий клапан QCV-402.

Предусмотрены блокировки при нарушениях режима в нейтрализаторе:

- при максимальном уровне в нейтрализаторе прекращается подача раствора карбамида (клапан FCV-102 закрывается);
- при максимальном уровне прекращается подача раствора селитры аммиачной (клапан FCV-202 закрывается);
- при максимальном уровне прекращается подача конденсата сокового пара (клапан QCV-401 закрывается);
- при максимальном уровне прекращается подача азотной кислоты (клапан QCV-402 закрывается);
- при максимальном уровне открывается отсекающий LV-103, LV-203;
- при минимальном уровне закрывается клапан LCV-303 и останавливается насос;
- при повышении температуры в нейтрализаторе выше +140 °С открывается клапан TCV-305.

Стандартный раствор КАС из сборника насосом выдается в емкости и при необходимости из цеха №3 в хранилища корпуса 460 цеха №13.

Количество выдаваемого раствора КАС измеряется индукционным расходомером FIR-402.

С целью снижения коррозионной способности КАС по отношению к углеродистой стали в процессе применяется ингибитор марки Новокор 96.

Ингибитор коррозии из евроконтейнера самотеком поступает в сборник ингибитора и подается дозировочным насосом на всас насосов [26-28].

Дренажный бак предназначен для сбора растворов от торцевых уплотнений насосов, дренажей из аппаратов и коммуникаций. С помощью погружного насоса из дренажного бака раствор в количестве не более 0,25 м³/ч подается в нейтрализатор.

Отгрузка КАС производится после подтверждения качества на соответствие требованиям технических условий ТУ 2181-059-00205311-2014

Готовый раствор КАС насосами из емкости подается к наливным точкам для залива в железнодорожные цистерны и автомашины.

В процессе производства КАС, в результате реакции в водном растворе карбамида, может образовываться биурет, являющийся вредной примесью из-за токсического воздействия на растения. Для получения КАС с минимально возможным содержанием биурета (не более 0,3 %), необходимо соблюдение норм технологического режима:

- Обеспечение стабильной подачи раствора карбамида с концентрацией не менее 75%.
- Содержание биурета в плаве карбамида не более 0,35 %.
- Расход раствора карбамида не менее 7 м³/ч.
- Нагрузка по раствору карбамида не менее 5 т/ч (в пересчете на сухое вещество).
- Поддерживать температуру в нейтрализаторе Т-301 не более 90 °С.

Установки захлаживания воздуха перед аппаратами кипящего слоя (АКС)

В технологическую схему забора и подачи наружного воздуха на грануляционные башни включены дополнительные узлы – аппараты предварительной обработки охлаждающей среды, состоящие из секций для охлаждения воздуха, сепаратора влаги, участка стабилизации потока, поворотного воздуховода, короба. Для обеспечения холодоснабжения участка служит циркуляционный контур, являющийся частью технологических аммиачных коммуникаций производственного участка.

Разрабатываемую систему охлаждения в технологическом плане можно рассматривать как участок существующей трубопроводной сети использующихся реагентов, на котором специальным образом организованы условия для дросселирования потока высокого давления и испарения жидкой фазы аммиака.

Из заводского коллектора жидкий аммиак с давлением не более 1,6 МПа (16 кгс/см²) поступает через узел регулирования давления -

соленоидный вентиль LC 102а и отсекающий LC 103а и регулирующий вентиль прямого действия в циркуляционный ресивер.

Аварийная остановка:

- уровень в циркуляционном ресивере достиг предупредительного уровня (сигнализируется вибрационным датчиком).
- уровень в циркуляционном ресивере достиг верхнего предельного уровня. Сигнализируется двойными датчиками предельного уровня.

Аварийный останов аммиачных насосов возможен при наличии сигнала от реле перепада давления. Аварийный останов насоса означает недостаток жидкого аммиака в циркуляционном ресивере. Сигнализируется в операторской светозвуковой сигнализацией. Цвет светового сигнализатора аварийного останова – «желтый».

Для контроля концентрации паров аммиака в возможных местах утечек, используются датчики концентрации. Датчики концентрации паров аммиака подключаются к прибору (газосигнализатору-анализатору), установленному в операторской.

2.2.4 Действующая система обеспечения промышленной безопасности применяемого технологического процесса получения твердых форм продукта из концентрированного или высококонцентрированного раствора (плава) карбамида ПАО «КуйбышевАзот»

«Для получения твердой формы готового продукта, т. е. продукта в виде зерен определенных размеров, формы и прочности, в промышленности применяют:

- приллирование, когда гранулы формируются из капли безводного расплава, а процесс кристаллизации происходит в гравитационном режиме в потоке восходящего газа;
- грануляцию в КС путем распыливания раствора или плава карбамида на поверхность «затравочных» частиц и увеличения их размера за счет

многократного наслаивания пленок, формируемых из осаждающихся на частицах капель;

- совмещение процессов окатывания и кристаллизации на поверхности частиц. Гранулирование в скоростном барабанном грануляторе (СБГ)» [9].

«Технология приллирования на старых башнях была усовершенствована с использованием инновационных методов реконструкции:

- установка нового приллера вибрационного типа;
- монтаж узла охлаждения прилл в КС (аппарат КС);
- монтаж «мокрых» пылеуловителей» [16]. На рисунке 15 изображена принципиальная схема узла приллирования после модернизации оборудования ПАО «КуйбышевАзот».

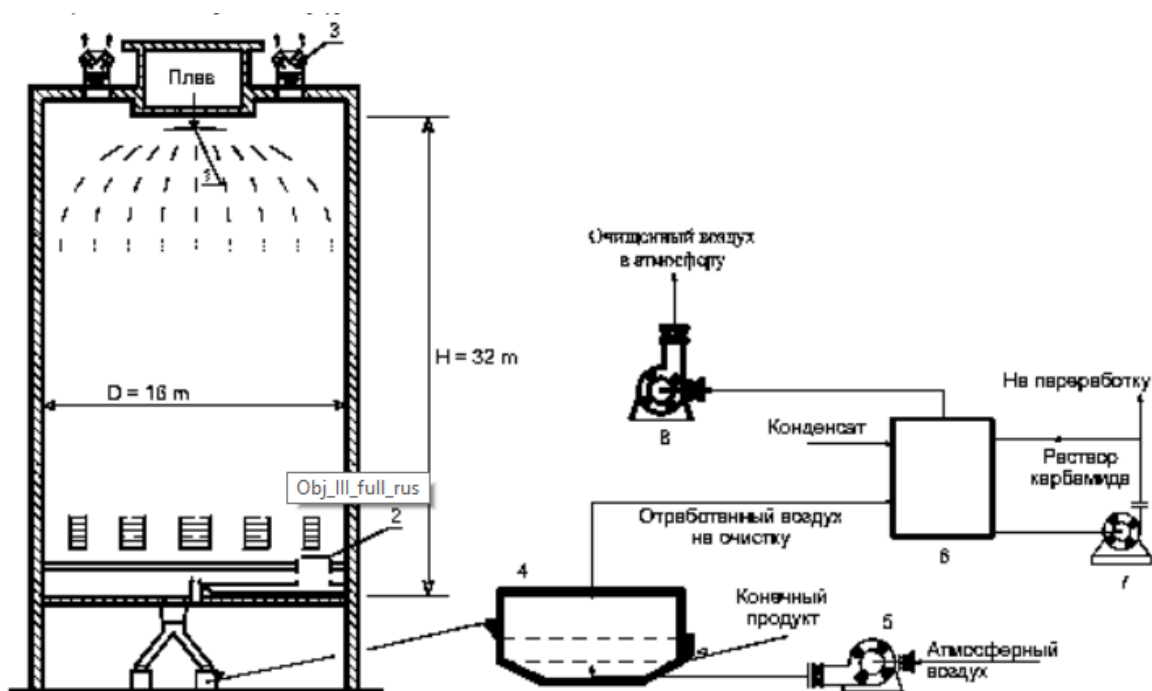


Рисунок 15 – Принципиальная схема узла приллирования после модернизации оборудования ПАО «КуйбышевАзот»

«Конструкция виброприллера позволяет обеспечить равномерное распределение капель расплава по поперечному сечению башни, в результате чего достигается максимально возможное использование объема башни для контакта прилл и охлаждающего воздуха, уменьшается пылеобразование.

К основным техническим преимуществам аппарата охлаждения прилл в КС можно отнести: развитую поверхность контакта твердого продукта и охлаждающего агента (воздуха), что позволяет обеспечить температуру продукта на выходе из аппарата не более 45 — 50 °С при температуре атмосферного воздуха до 35 — 40 °С, увеличить размер прилл и их прочность. Применение пылеуловителей «мокрого» типа позволяет сохранить на прежнем уровне валовый выброс пыли карбамида за счет эффективной очистки запыленного воздуха от аппарата КС и уменьшения пылеобразования в стволе башни» [16].

«В результате реализации мероприятий на двух старых башнях в цехе № 24 ОАО «Газпром Нефтехим Салават» температура продукта снизилась в 2 раза: с 100 до 50 °С, прочность прилл увеличилась на 0,2 кгс/гранулу, содержание фракции менее 1 мм уменьшилось в 2–3 раза с 3 — 6 % до 1 — 3 %, количество фракции 2–3 мм увеличилось в 3–4 раза с 20 — 30 до 80 % — 95 %. Большинство действующих производств карбамида оснащены современными башнями приллирования конструкции. Башня представляет собой инженерно-техническое сооружение с высотой полета частиц от 70 до 85 м и диаметром ствола башни 11–16 м в зависимости от производительности по готовому продукту» [16]. На рисунке 16 изображена башня приллирования с очисткой инжекционного типа ПАО «КуйбышевАзот».

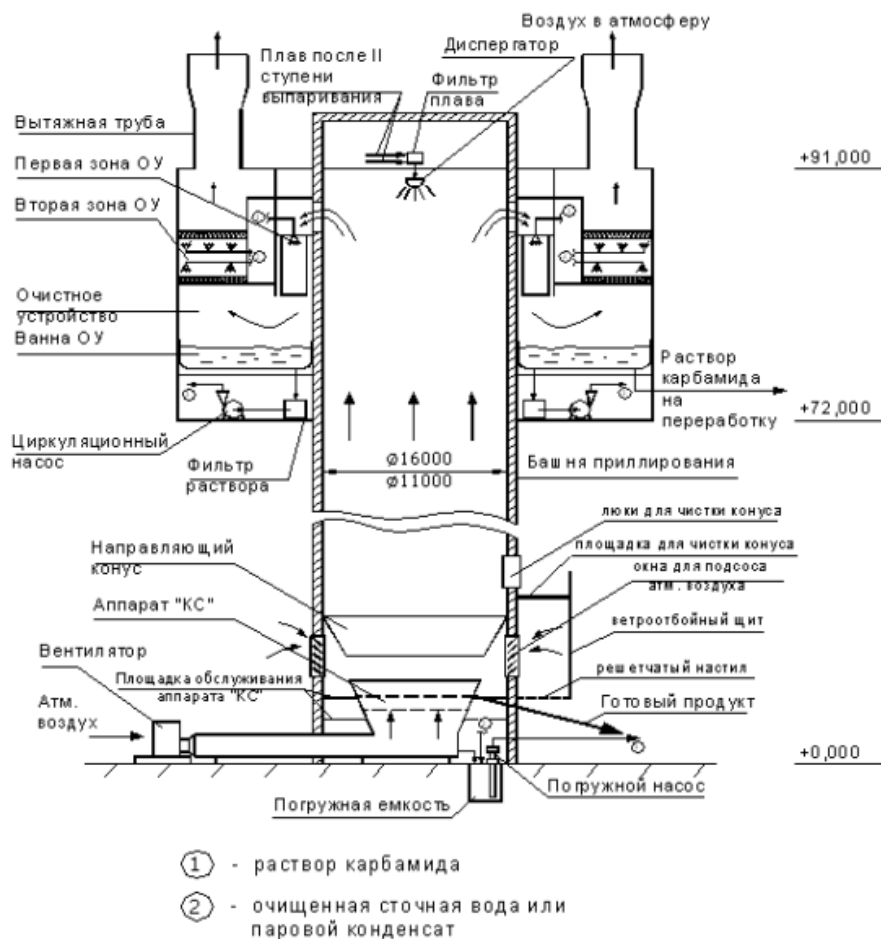


Рисунок 16 – Башня прилирования с очисткой инъекционного типа ПАО «КуйбышевАзот»

«Для обеспечения равномерного распределения воздуха по сечению ствола башни и предотвращения деформации незатвердевших частиц и раскалывания затвердевших, в нижней части башни, практически по всему поперечному сечению, устанавливается встроенный аппарат охлаждения гранул в «кипящем» слое с подводными воздуховодами и дутьевыми вентиляторами для подачи воздуха в аппарат охлаждения гранул. Благодаря увеличению линейной скорости воздуха удается повысить плотность орошения ствола башни. Кроме того, эффект торможения встречным потоком воздуха сказывается на времени их падения. Выше аппарата охлаждения гранул по периметру ствола башни предусматриваются окна для подсоса дополнительного количества атмосферного воздуха, а также, в случае необходимости, монтируется направляющий конус. С внешней стороны ствола башни, в районе

размещения окон для подсоса атмосферного воздуха, монтируется ветроотбойный щит с целью предотвращения нарушений аэродинамики движения потоков воздуха и исключения попадания атмосферных осадков внутрь башни. Средняя часть башни состоит из ствола башни» [9].

«В верхней части башни имеется перекрытие, в центре которого расположен центробежный разбрызгиватель современной конструкции с наложением колебаний на струю, позволяющий получать продукт монодисперсного состава с основным размером гранул 2,5–3,0 мм. Ниже разбрызгивателя располагаются окна ввода отработанного воздуха в очистное устройство. В качестве очистного устройства используется система очистки инжекционного типа. Использование инжектора в качестве основного аппарата для транспортировки и промывки воздуха определяет всю компоновку верхней части башни. Очистка воздуха осуществляется в двух последовательно расположенных зонах. В первой зоне — отработанный воздух промывается поглотительным раствором (раствором карбамида) в инжекционных элементах (модулях). Под инжекторами расположена ванна для сбора поглотительного раствора и обеспечения работы циркуляционных насосов, подающих поглотительный раствор на рабочие форсунки инжекторов. После первой зоны промывки воздух отделяется от капель поглотительного раствора в сепарационной камере и далее поступает во вторую зону очистки. Во второй зоне очистки воздух проходит через два слоя расположенных по ходу его движения сеточных брызгоуловителей (демистеров)» [16].

«Предусматривается автоматическая промывка демистеров очищенной сточной водой или паровым конденсатом. Очищенный и охлажденный воздух за счет тяги инжектора через выхлопные трубы выходит в атмосферу. Поглотительный раствор из обеих зон промывки сливается в ванну очистного устройства и оттуда отправляется на переработку на агрегат карбамида» [16].



Рисунок 17 – Башня приллирования

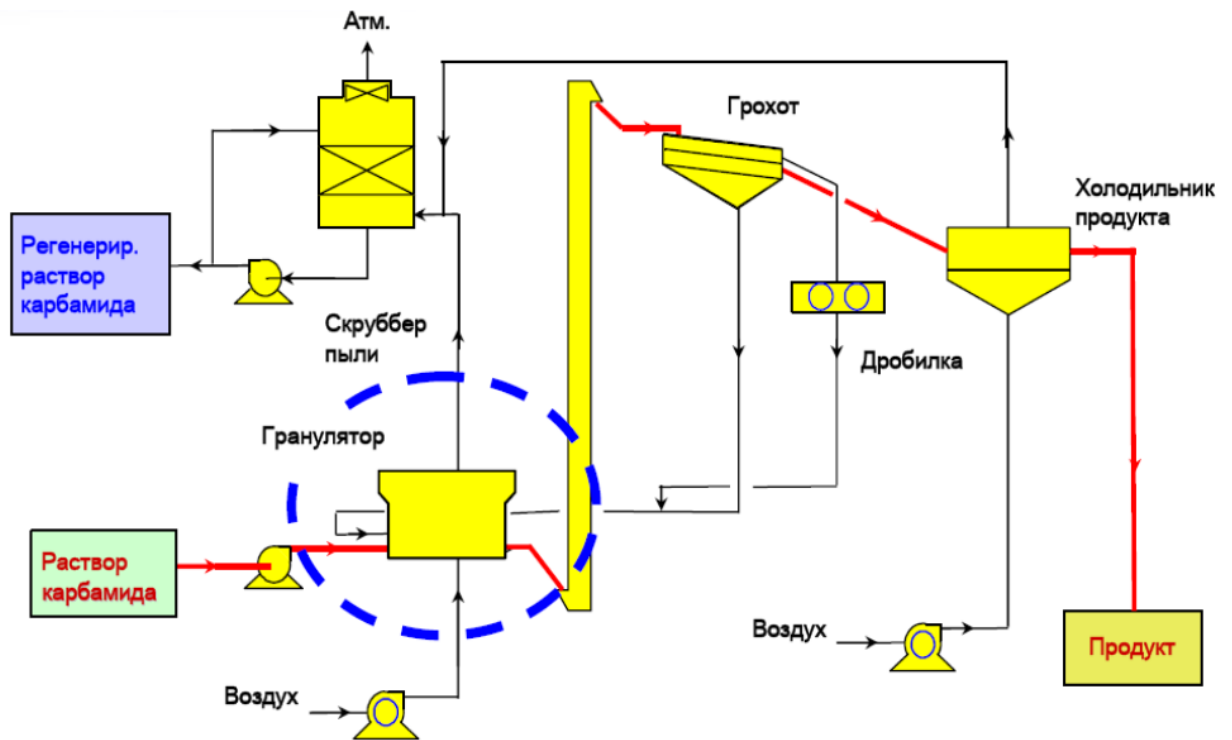


Рисунок 18 – Схема процесса грануляции карбамида

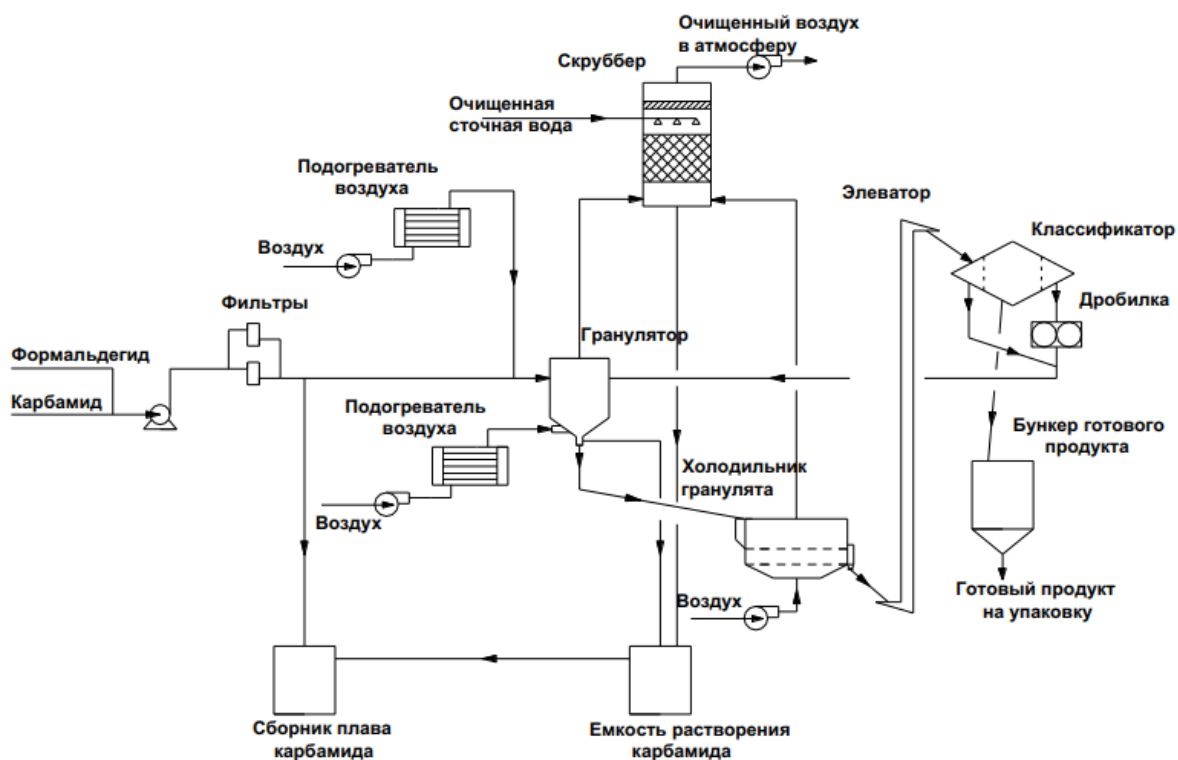
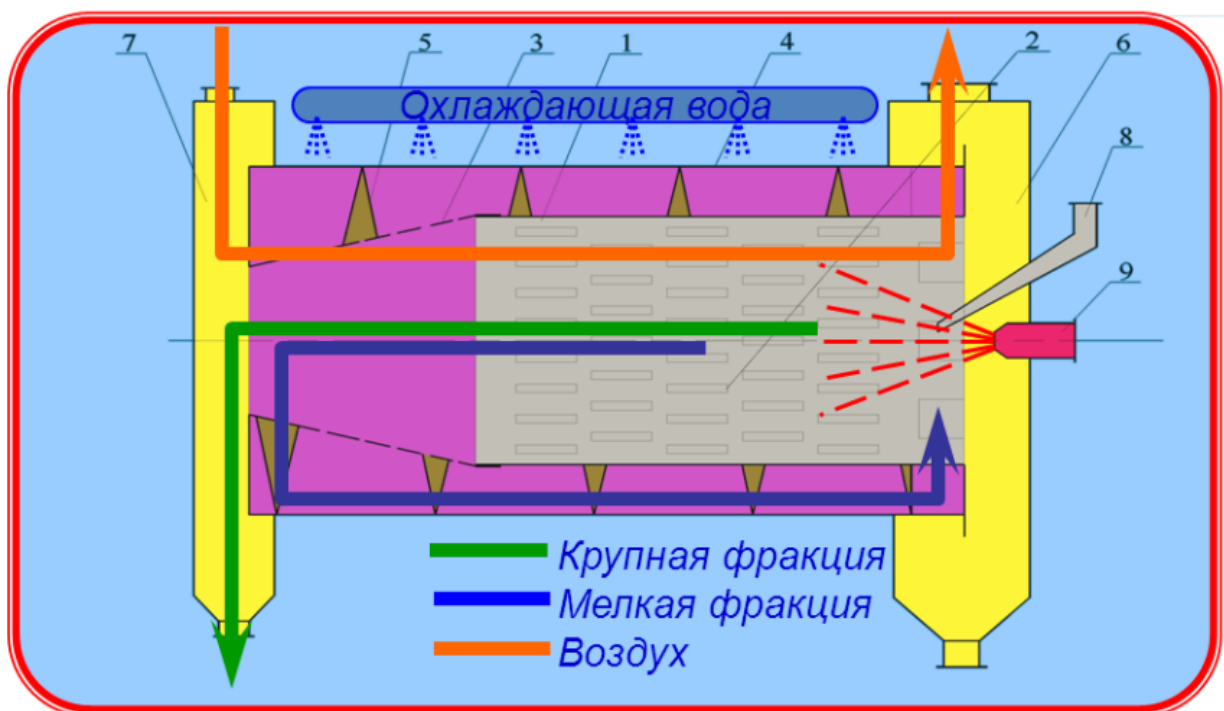


Рисунок 19 - Схема гранулирования карбамида по технологии Stamicarbon

Гранулирование в скоростном барабанном грануляторе (СБГ) Метод гранулирования с кристаллизацией на поверхности частиц можно осуществлять не только в псевдооживленном (кипящем) слое. Совмещение процессов кристаллизации на поверхности частиц с процессами окатывания и сушки в одном аппарате дает дополнительные преимущества.



1 — внутренний барабан; 2 — транспортирующая насадка; 3 — классификатор;
4 — наружный барабан; 5 — обратный шнек; 6 — камера загрузки; 7 — камера
выгрузки; 8 — загрузочная труба; 9 — форсунка

Рисунок 20 – Гранулирование в скоростном барабанном грануляторе

«Скоростной барабанный гранулятор (СБГ) состоит (рисунки 17-20) из внутреннего барабана с насадкой на его поверхности, классификатора и дополнительного наружного барабана. В межбарабанном пространстве расположен шнек. С обоих концов оба скрепленных между собой барабана имеют неподвижные камеры загрузки и выгрузки. На стенке передней камеры загрузки установлена загрузочная труба и форсунка. СБГ работает следующим образом. Гранулы или кристаллы продукта, подлежащие обработке жидким компонентом, поступают в основной барабан на насадку» [16].

Мелкая фракция гранул, возвращенная во внутренний барабан, вновь подается в завесу для обработки жидкой фазой. Этот цикл увеличения размеров гранул до заданного, регулируется классификатором и проводится многократно. На основании данного аппарата была разработана и внедрена промышленная установка кондиционирования приллированного карбамида (увеличение размеров приллированного карбамида в процессе

гранулирования раствора карбамида путем нанесения его на мелкую фракцию приллированного карбамида) в скоростном барабанном грануляторе в производстве карбамида Кемеровского ОАО «Азот». Данная установка (рисунок 20) рассчитана на производительность 500 т/сут по готовому продукту и предназначена для кондиционирования гранул карбамида размером менее 2 мм и улучшения качества товарного продукта» [9].



Рисунок 21 – Блок-схема реконструкции узла получения готового продукта с использованием СБГ

Вывод к 2 разделу:

Основные особенности обеспечения промышленной безопасности при производстве карбамида.

В процессе функционирования технологического процесса применяют пылеочистное оборудование (скрубберы, насосы, установки, фильтрационные узлы), также башни приллирования (инженерные сооружения гранулирования карбамида). Данные мероприятия показывают высокую эффективность применения их в технологическом процессе, а также положительные показатели практического применения в мире. Также рассмотрена технология URECON® 2006.

3 Применение методов риск-ориентированного подхода в обеспечении промышленной безопасности технологического процесса производства карбамида на площадке ПАО «КуйбышевАзот»

3.1 Применение риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасности в ходе проверок государственного контроля

В послании Федеральному собранию президент Путин упомянул о внедрении в системы государственного контроля риск-ориентированного подхода. Ранее, в 2016 году на утверждении была реформа контрольно-надзорных мероприятий, срок реализации которой составляет 9 лет.

Данный факт заставляет задуматься о том, что в настоящее время это актуально для развития экономики в целом и конкретно для узких направлений производственной деятельности. С быстрыми темпами развития технического прогресса человечество сталкивается с проблемами в области охраны окружающей среды. Для решения данной проблемы необходимо решение по различным путям направления деятельности. Конкретно, это ряд задач, стоящих, прежде всего перед органами государственной власти. Необходимо внедрение и ведение конкретизированных реформ в государственной политике, это и будет являться рычагами воздействия для всех видов деятельности, так или иначе наносящих ущерб биосфере.

«Количество разного рода проверок формально вроде бы снижается, но в ходе встреч с бизнесом мы слышим, что коренных изменений пока не происходит. Нужно сделать так, чтобы появление контролеров на предприятиях стало исключением. Это оправданно только на объектах с повышенным риском. В остальных случаях должны использоваться дистанционные методы контроля. В течение двух лет необходимо перевести всю систему контроля и надзора на риск-ориентированный подход. Законодательная база для этого сформирована» [2].

Обратимся к определению понятия «риск-ориентированный подход», а также описанию его сути.

«В целях оптимального использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов, задействованных при осуществлении государственного контроля (надзора), снижения издержек юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и повышения результативности своей деятельности органами государственного контроля (надзора) при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) может применяться риск-ориентированный подход» [4].

«Риск-ориентированный подход - метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю, мероприятий по профилактике нарушения обязательных требований определяется отношением деятельности юридического лица, индивидуального предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности» [4].

Проблемы техносферной безопасности в химической промышленности:

1. Срыв сроков модернизации технологического оборудования, реконструкции цехов и технического перевооружения производственных зон (проблема возникает из-за потребности в материальных ресурсах);

2. Низкий уровень производственной дисциплины, а также отсутствие высококвалифицированных кадров согласно специфичности технологического процесса ОПО (например, для ПАО «КуйбышевАзот» - специалисты в области производства капролактама, КАС)

3. Высокая степень износа производственных фондов химического производства

4. Несовершенство (необходимо ужесточение контроля над деятельностью ОПО) законодательных документов в области обеспечения промышленной безопасности РФ

5. Неустойчивое финансовое положение химических предприятий (высокая конкурентоспособность на мировом рынке)

6. Недоукомплектованность функционирующих производственных мощностей современным усовершенствованным оборудованием и системой автоматизации

7. Необходимость в техническом обеспечении средств индивидуальной защиты, оборудования для защиты от ЧС

Риск-ориентированный подход применяется в области государственного контроля. Целью является оптимизация трудовых и материальных ресурсов посредством снижения числа проверок там, где риск (угрозы возникновения ЧС, аварии, внештатных ситуаций) минимален. Суть риск-ориентированного подхода заключается в том, что происходит эффективное распределение контрольно-надзорных мероприятий в отношении производственных объектов. Опасные производства подлежат качественному контролю, в благоприятных зонах – количество проверок уменьшается.

На рисунке 22 изображена схема осуществления риск-ориентированного подхода к объектам промышленных предприятий в РФ.



Рисунок 22 – Схема осуществления риск-ориентированного подхода к объектам промышленных предприятий в РФ

На рисунке 23 приведен алгоритм работы системы управления риска при помощи интегрированной системы ISO.



Рисунок 23 – Алгоритм работы системы управления риска при помощи интегрированной системы ISO

Уровень риска	Действия контрольно-надзорного органа
Недопустимый	Должны быть применены оперативные меры по снижению или устранению риска. Проверки проводятся в первоочередном порядке с периодичностью, установленной в нормативном документе
Нежелательный	Подконтрольный субъект должен принять необходимые меры по снижению рисков. Контролирующий орган может пересмотреть категорию риска субъекта в сторону увеличения или уменьшения. Проверки проводятся с периодичностью, установленной в нормативном документе
Допустимый	Необходимо провести анализ ранее совершенных правонарушений, организовать мониторинг ведения субъектом личного кабинета, заполнения листов самопроверки. Проверки проводятся с периодичностью, установленной в нормативном документе
Не принимаемый в расчет	Действия по регулированию рисков не требуются, проверки не проводятся. Меры уполномоченного органа должны быть реализованы в форме дальнейшего отслеживания исполнительской дисциплины подконтрольного лица, выполнения им требований по осуществлению самоконтроля, поддержанию качества систем внутреннего контроля, профилактики рисков

Рисунок 24 – Контрольно-надзорные мероприятия по уровню риска

Уровень риска	Способ минимизации риска
Недопустимый	Полное устранение риска, а в случае невозможности устранения снижение негативных последствий от его наступления
Нежелательный	Снижение вероятности его возникновения, распределение ответственности в случае его наступления с другими заинтересованными сторонами
Допустимый	Снижение вероятности его возникновения, распределение ответственности в случае его наступления с другими заинтересованными сторонами
Не принимаемый в расчет	Принятие уровня риска

Рисунок 25 – Способы минимизации риска на предприятии

«Даже согласно федеральной целевой программе «Пожарная безопасность в РФ на период до 2012 года», утвержденной постановлением Правительства РФ № 972 от 29.12.2007 г., к 2012 г по отношению к 2006 г. ежегодное количество погибших при пожарах людей должно снизиться на 6,8 тыс. чел. до 10 265 чел., что эквивалентно снижению индивидуального риска гибели людей от пожаров с $2,07 \cdot 10^{-4}$ до $7,2 \cdot 10^{-5}$ 1/год RiskProm.RU, 2010 © 26 последнее время в России не разжигается иррациональный ядерный страх, свойственный западному обывателю.

«Оригинальные подходы разработаны и в такой «модной» сфере, как анализ опасностей и оценка техногенного риска: сущность этой процедуры не в сравнении с критериями приемлемого риска, а в априорном поиске

слабых мест и в оптимизации адресных мер безопасности на опасных производственных объектах.

Сегодня в российской промышленной безопасности в ритме реформ деиндустриализации и технического регулирования существенно изменяются как промышленность, так и безопасность. Характер изменений обусловлен несоответствием между рыночными целями и безопасными проектными режимами «недоизношенных совковых» производств. Если раньше мы двигались от надежности человеко-машинных систем к безопасности техникосоциальных, то теперь нам настойчиво предлагают вновь обратиться к надежности. На новом уровне «мышления». К «надежности» рынка техники. Теперь при решении проблем обеспечения безопасности в техносфере в фокус внимания ставится не индивид, как на западе, и не опасный объект, как в позднем СССР и по инерции в ранней РФ. В центр сферы безопасности помещается продавец товаров (какого-то) производства. Безопасность понимается, как свойство товара на рынке не причинять (сразу) вред покупателю. Товар не несет отпечатка опасности его производства. Безопасность производства – побочное следствие надежного товарооборота. В околонучных либерально-оправдательных монологах системная категория промышленной безопасности уподобляется инструментальной смеси каких-то «надежности» и «рисков» [7].

3.2 Способ производства жидкого азотного удобрения «КАС»

«Изобретение относится к процессам химической технологии и может использоваться в производстве минеральных удобрений. Способ реализуют (рисунки 24, 25) путем смешивания водных растворов аммиачной селитры и карбамида в смесителе 1, проводят двухступенчатое измерение физических характеристик раствора КАС в контрольно-измерительных комплексах 14 и 15. Нейтрализацию избыточного аммиака проводят раствором азотной кислоты, который вводят в смеситель 10» [23].

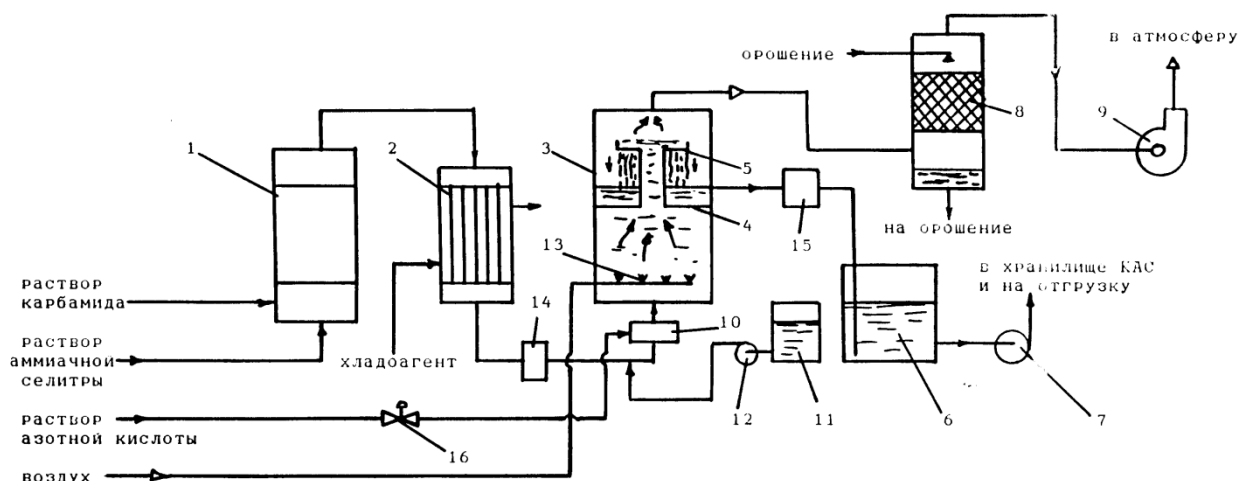


Рисунок 26– Схема измерительных комплексов по производству КАС

«Изобретение относится к процессам химической технологии и может быть использовано в производстве смесей жидких азотсодержащих удобрений, например, на основе карбамида и аммиачной селитры.

Задача, решаемая заявляемым изобретением повышение надежности работы измерительных комплексов в производстве растворов КАС с пониженным содержанием свободного аммиака.

Сущность заявляемого решения заключается в том, что в известном способе производства жидкого азотного удобрения КАС путем смешивания водных растворов аммиачной селитры и карбамида, с двухступенчатым измерением физических характеристик раствора КАС, нейтрализацией избыточного аммиака раствором азотной кислоты, после ввода раствора азотной кислоты производят контактирование раствора КАС с инертным газом между первой и второй ступенью измерения физических характеристик раствора КАС, при этом отработанный инертный газ выводят из системы. Раствор азотной кислоты вводят в раствор КАС после первой ступени измерения физических характеристик раствора КАС. Раствор азотной кислоты вводят перед смешением компонентов раствора КАС, а полученный раствор КАС дросселируют после первой ступени измерения физических характеристик раствора

КАС. Контактное растворение раствора КАС с инертным газом производят под вакуумом» [23].

«1. После ввода раствора азотной кислоты производят контактное растворение раствора КАС с инертным газом. В результате контакта происходит переход газов, растворенных в КАС, в инертный газ. Это позволяет снизить газосодержание раствора КАС, устранить изменение физических свойств раствора (плотность, электропроводность), что обеспечивает стабильную работу контрольно-измерительных приборов (КИП) и эффективное управление технологическим процессом.

2. Контактное растворение раствора КАС с инертным газом проводят между первой и второй ступенью измерения физических характеристик раствора КАС. Это обеспечивает выполнение условия дегазации раствора КАС до второй ступени измерения физических характеристик раствора, что позволяет эффективно управлять технологическим процессом производства. (Например, измерение щелочности раствора КАС производится рН-метром на 2-й ступени измерения физических характеристик раствора КАС. При фиксации отклонения значений рН от заданного происходит выдача управляющего сигнала на клапан, регулирующий подачу азотной кислоты. При попадании газов на рН-метр показания последнего становятся далекими от реальных).

3. Отработанный газ выводят из системы. Это устраняет накопление газа в системе, предотвращает повышение давления газа над раствором и исключает обратный переход десорбированных газов в раствор КАС» [23].

«4. Раствор азотной кислоты вводят в раствор КАС после первой ступени измерения физических характеристик раствора КАС. В этом варианте изменение физических характеристик раствора КАС (плотность, электропроводность и др.), обусловленное влиянием десорбированных газов, образующихся после ввода азотной кислоты, происходит в месте расположения после приборов первой ступени измерения, что исключает

искажение их показаний и способствует эффективному контролю и управлению процессом производства КАС» [23].

3.3 Способ обеспечения промышленной безопасности производственных объектов повышенной опасности в условиях увеличенного интервала между капитальными ремонтами

«Изобретение относится к области обеспечения надежности и безопасности технических устройств производственных объектов повышенной опасности. Способ заключается в осуществлении системы контроля, включающей оценку состояния технических устройств технологических установок, усиленный входной контроль технического состояния технических устройств технологических установок на основе анализа технической документации с учетом условий эксплуатации, вероятности отказов в период эксплуатации, а также комплексный сопровождающий контроль фактического их технического состояния в условиях увеличенного интервала между капитальными ремонтами» [24].

«Способ предусматривает ранжирование по степени опасности с выделением слабых звеньев, присвоения им ранга опасности на основе экспертно-балльной оценки с использованием матричной формы анализа информации о факторах, определяющих степень возможной безопасной дальнейшей эксплуатации технических устройств и их классификации, и на этой основе определение объема и уровня неразрушающего контроля в зависимости от ранга опасности. Одновременно осуществляют определение зон неразрушающего контроля технических устройств независимо от процедуры установления их ранга. На основании полученных результатов по ранжированию и определению зон контроля устанавливаются требования к проведению сопровождающего диагностирования технических устройств с использованием средств неразрушающего контроля» [24].

«Объем, средства и периодичность неразрушающего контроля устанавливается с учетом данных входного контроля технического состояния, ранга опасности и результатов комплексного технического контроля, проводимого во время капитального ремонта оборудования, предшествующего переводу технологической установки на увеличенный интервал между капитальными ремонтами. Осуществляют электронную архивацию данных по каждой единице оборудования, полученных при аудите и при ранжировании и техническом его диагностировании, т.е. формируют информационную базу данных о фактическом техническом состоянии технических устройств, что позволяет создать их электронный паспорт. Технический результат заключается в повышении надежности эксплуатации в условиях увеличения интервала между капитальными ремонтами» [24].

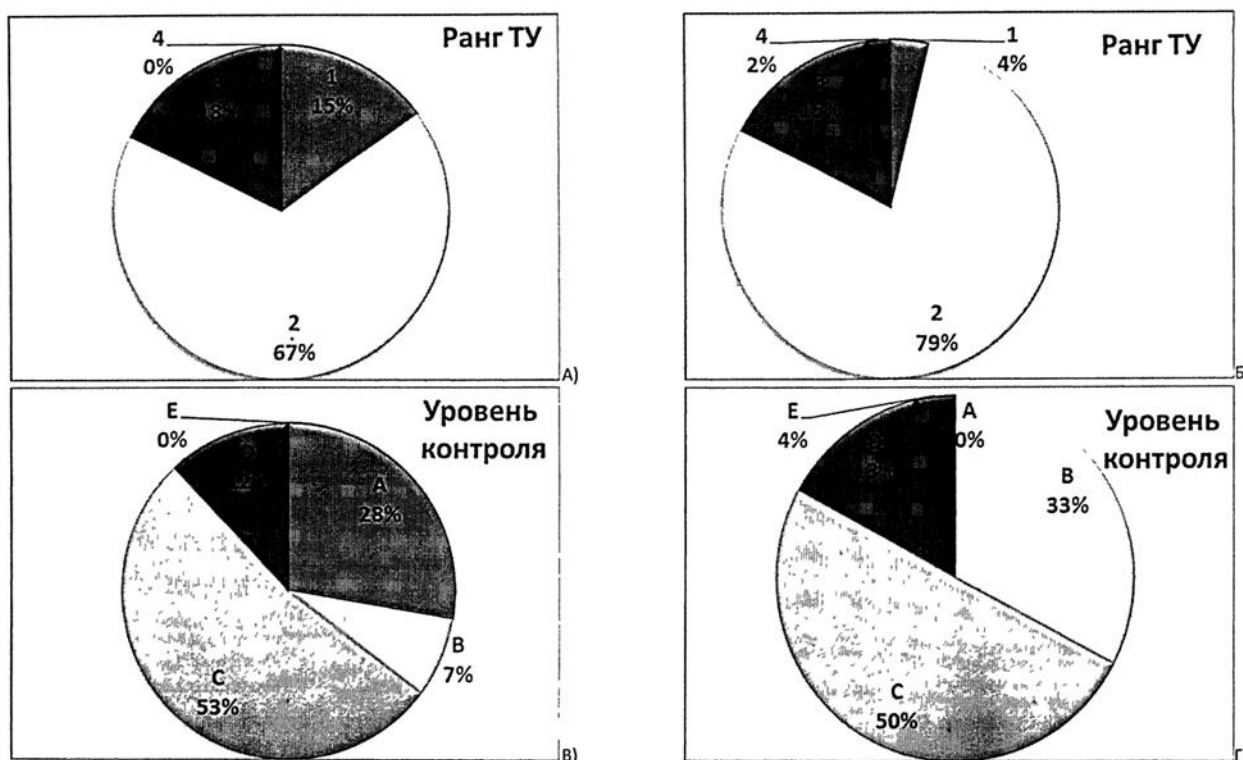


Рисунок 27 – Ранг и уровень контроля предлагаемого способа

«Изобретение относится к области обеспечения надежности и безопасности технических устройств, в частности сосудов, аппаратов и

трубопроводов, работающих под давлением, в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности (емкостей, теплообменников, колонн, скрубберов, реакторов, резервуаров и трубопроводов) на основе проведения оценки их технического состояния (ресурса) и конкретно касается способа обеспечения промышленной безопасности производственных объектов повышенной опасности в условиях действия увеличенного интервала между капитальными ремонтами» [24].

«Изобретение может быть использовано при проведении технической генетики, технической диагностики и технической прогностики по полученным комплексным показателям, в частности по показателю коррозионной стойкости материала вследствие износа, усталости, старения материалов, замены изношенных элементов, с учетом объемов проведения неразрушающего контроля, эффективности диагностирования и вероятной степени риска, характеризующей ответственность технических устройств при отказе» [24].

«Минимизировать процесс отказов техники и переломить данную негативную тенденцию возможно только при организации и проведении непосредственно во время эксплуатации технологических систем качественного контроля технического состояния входящих в систему элементов при строгом соблюдении технологических параметров.

Другой составляющей способа является усиление входного контроля, более углубленный технический контроль элементов, проводимый специалистами предприятий, экспертными организациями во время останова систем на ремонт, предписываемый правилами.

Не являясь чем-то новым, обозначенные подходы, тем не менее, могут обеспечить достаточно высокую степень промышленной безопасности в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, в том числе и при увеличенных межремонтных интервалах.

В технике известны многочисленные способы, направленные на продление срока службы различных технических устройств промышленных объектов и на обеспечение надежности и безопасности технических устройств повышенной опасности» [24].

3.4 Способ получения жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака

«Изобретение относится к технологии минеральных удобрений и может быть использовано для получения жидких азотных удобрений на основе карбамида и аммиачной селитры, получивших товарное наименование «КАС».

Известен способ получения жидкого азотного удобрения, включающий смешение растворов карбамида и аммиачной селитры между собой и с водой и охлаждение смеси /пат. ЧССР N 217661, кл. С 05 С 9/00, 1/000/» [25].

«Удобрение имеет рН 7-7,8, что свидетельствует о малом содержании аммиака (от 0,03 до 0,1% масс.). Вода добавляется к смеси для уравнивания состава удобрения по азоту, концентрация которого в удобрении не должна отклоняться от номинального значения (28 34% масс.). Смягченный термический режим процесса смешения обеспечивается частичной рециркуляцией охлажденной смеси.

Недостаток этого способа заключается в том, что он не обеспечивает рН 7-7,8 продукта, если исходный раствор карбамида, содержащий в качестве примеси аммиак, вносит в смесь избыток аммиака. В итоге концентрация аммиака в удобрении может превысить 0,1% что нежелательно. Соответственно значение рН удобрения выходит из заданного интервала в сторону увеличения (рН более 7,8).

Избыток аммиака, вносимый в смесь раствором карбамида, частично нейтрализуют ортофосфорной кислотой, добавляемой в смесь после ее охлаждения до 40°С в количестве, обеспечивающем содержание

P_2O_5 в удобрении 0,2% масс. При этом вся введенная в смесь ортофосфорная кислота полностью реагирует с аммиаком, образуя фосфаты аммония, которые являются ингибитором коррозии, защищающим углеродистую сталь от химического воздействия жидких азотных удобрений при их хранении в стальных резервуарах» [25].

«Недостатком способа является невозможность управлять остаточным содержанием аммиака в смеси, поскольку количество вводимой в смесь ортофосфорной кислоты (а, следовательно, и количество нейтразуемого аммиака) стехиометрически предопределено заданной концентрацией фосфатов аммония в продукте (0,2 масс. в пересчете на P_2O_5), выполняющих функцию ингибитора коррозии наиболее эффективно при указанной концентрации. Поэтому остаточное содержание аммиака в удобрении по-прежнему зависит от количества аммиака, вносимого в смесь упаренным раствором карбамида» [25].

«Наиболее близким по совокупности признаков и по технической сущности к предлагаемому способу является способ получения жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака, включающий смешение растворов карбамида и аммиачной селитры между собой и с водой, охлаждение смеси и нейтрализацию избытка аммиака кислотой до остаточного содержания, контролируемого по величине рН удобрения /пат.США N 4230479, кл. 71/30, 71/64 C/. Аммиак в смесь вносится в основном раствором карбамида, содержащим 0,2 0,6% свободного аммиака в качестве примеси. Иногда в незначительном количестве аммиак присутствует в растворе аммиачной селитры. Избыток аммиака в смеси нейтрализуют 53% -ной азотной кислотой, добавляемой в смесь после ее охлаждения до 60 88°C. Азотная кислота вступает в реакцию с аммиаком, при этом образуется дополнительное количество аммиачной селитры, входящей в состав удобрений. Этот способ обеспечивает контроль над остаточным содержанием свободного аммиака в продукте, поскольку количество добавляемой азотной кислоты можно свободно

варьировать в зависимости от количества аммиака, поступающего в смесь с раствором карбамида. Тем самым избыток аммиака в продукте можно уменьшить до любой величины, контролируемой по величине рН продукта» [25].

«Недостаток этого способа заключается в повышенной концентрации азотной кислоты в окрестности ее ввода в охлажденную смесь растворов, что может привести к образованию взрывоопасных кристаллов нитрата карбамида в месте ввода, особенно если кислота имеет температуру ниже 50°C. Подогрев же кислоты выше 50°C не желателен из-за необходимости в этом случае подбирать коррозионноустойчивый материал для теплообменника, контактирующего с 53%-ной азотной кислотой. Кроме того, повышенная концентрация азотной кислоты в окрестности ее ввода усиливает там побочные процессы гидролиза и термического разложения карбамида .

Другим недостатком способа-прототипа является интенсивный процесс гидролизакарбамида в промежуток времени между началом смешения растворов и окончанием охлаждения смеси. Это является следствием воздействия повышенной температуры смеси в присутствии аммиачной селитры на молекулы карбамида на данном этапе приготовления жидкого азотного удобрения.

Задачей настоящего изобретения является подавление вредных побочных химических реакций, сопровождающих процесс получения жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака, что позволит уменьшить потери продукта и повысить уровень технической безопасности процесса» [25].

«Решение этой задачи обеспечивается тем, что в известном способе получения жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака, включающем смешение растворов карбамида и аммиачной селитры между собой и с водой, охлаждение смеси и нейтрализацию избытка аммиака кислотой до остаточного содержания, контролируемого

по величине рН удобрения, согласно изобретению, кислоту в виде содержащих ее водных растворов дозируют в раствор аммиачной селитры, при этом поддержание заданной величины рН удобрения обеспечивают варьированием концентрации свободной азотной кислоты в подкисленном растворе аммиачной селитры в интервале 0,3 2,6% масс. HNO_3 по мере изменения концентрации свободного аммиака в растворе карбамида, и подкисленный раствор аммиачной селитры вводят в промежуточный смешанный раствор, который получают в результате объединения всего исходного раствора карбамида с охлажденной смесью, частично рециркулируемой в количестве, достаточном для снижения температуры промежуточного смешанного раствора до 45 75°C» [25].

«При реализации предлагаемого изобретения азотную кислоту отдельно или вместе с другой (например, ортофосфорной) кислотой предварительно растворяют в горячем растворе аммиачной селитры и только в составе этого раствора она вступает в контакт с молекулами карбамида. При этом концентрация азотной кислоты в подкисленном растворе не превышает 2,6% масс. Благодаря этому снижается степень каталитического воздействия кислоты на процессы гидролиза и термического разложения карбамида при контактировании его аммиаксодержащих растворов с молекулами кислоты. Кроме того, поскольку температура подкисленного раствора аммиачной селитры в любом случае превышает 50°C, даже если кислота введена в него без предварительного подогрева, полностью исключается образование кристаллов нитрата карбамида во всем рабочем объеме смесителя, в том числе в точке ввода подкисленного раствора в смеситель. Благодаря тому, что раствор карбамида предварительно смешивается с частью охлажденного продукта и только после этого с горячим раствором аммиачной селитры, молекулы карбамида контактируют с молекулами азотной кислоты и аммиачной селитры при температуре окружающей среды 45 75°C, в результате чего дополнительно снижается

интенсивность гидролиза и терморазложения карбамида в процессе приготовления жидкого азотного удобрения» [25].

«Нижнее значение концентрации HNO_3 (0,3% масс.) указанного интервала (0,3 2,6% масс. HNO_3) рекомендовано исходя из посылок, что концентрация свободного аммиака в растворе карбамида практически не опускается ниже 0,15% масс. и в этом случае для нейтрализации избытка аммиака в удобрении понадобится столько азотной кислоты, что при ее введении в раствор аммиачной селитры концентрация HNO_3 в растворе составит не менее 0,3%. Уменьшение же концентрации аммиака в растворе карбамида ниже 0,15% нецелесообразно, поскольку при недостатке аммиака в горячем растворе карбамида интенсифицируются процессы его гидролиза и терморазложения уже во время транспортировки раствора по трубопроводу из цеха карбамида на установку получения жидкого азотного удобрения» [25].

«Верхнее значение концентрации HNO_3 (2,6% масс.) указанного интервала увязывается с тем, что концентрация аммиака в растворе карбамида практически никогда не превышает 0,6 0,8% масс. Кроме того, дальнейшее повышение концентрации HNO_3 не желательно по соображениям техники безопасности, с точки зрения термической устойчивости самой аммиачной селитры» [25].

«Нижнее значение температуры (45°C) в указанном интервале температур (45 75°C) смешанного раствора назначено из тех соображений, что при меньших температурах смешение этого раствора с подкисленным раствором аммиачной селитры может привести к выпадению кристаллов нитрата карбамида. При температурах промежуточного смешанного раствора выше 75°C добавление к нему горячего раствора аммиачной селитры, имеющего температуру до 155°C , может привести к повышению результирующей температуры смеси выше 88°C , что не желательно, так как при этом интенсифицируются процессы гидролиза и термического разложения карбамида» [25].

«Таким образом, получение жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака в соответствии с изобретением подавляет такие вредные побочные химические реакции, как гидролиз карбамида (с образованием CO_2 и NH_3), термическое разложение карбамида (с образованием NH_3 и биурета) и взаимодействие карбамида с азотной кислотой (с образованием кристаллов нитрата карбамида). В итоге уменьшаются потери карбамида и повышается каталитический уровень технической безопасности процесса.

Дополнительным преимуществом предлагаемого способа по сравнению со способом-прототипом является аппаратное совмещение стадий смешения и нейтрализации, что позволяет упростить контроль над конечным составом удобрения. При этом дополнительное внесение в смесь воды (с азотной кислотой) и аммиачной селитры (вновь образующейся при нейтрализации) можно учесть еще при дозировании исходных водных растворов и воды в смеситель, что облегчает точное соблюдение заданного состава продукта.

Снижение концентрации азотной кислоты в подкисленном растворе аммиачной селитры, а также самой селитры способствует, согласно изобретению, тому, что к раствору аммиачной селитры до его подкисления добавляют воду, используемую при смешении. В итоге повышается термическая стойкость аммиачной селитры в ее подкисленном растворе, что объясняется уменьшением концентрации селитры и азотной кислоты.

Повышению уровня технической безопасности процесса также благоприятствует подщелачивание раствора аммиачной селитры перед его подкислением. Подщелачивание осуществляют аммиаком до содержания 0,05–0,10% масс. NH_3 в растворе, при этом подкисление раствора аммиачной селитры осуществляют непосредственно перед его вводом в промежуточный смешанный раствор» [25].

«В случае чрезмерного переокисления водного раствора аммиачной селитры достаточно только отключить подачу азотной кислоты в этот раствор и избыток кислоты в растворе будет практически мгновенно нейтрализован последующими порциями раствора аммиачной селитры, в котором содержится 0,05 0,10% свободного аммиака.

Кроме того, при нарушениях нормального режима транспортировки раствора аммиачной селитры по трубопроводу, связывающему цех селитры с установкой получения жидкого азотного удобрения, достаточный запас свободного аммиака в растворе будет тормозить процессы разложения селитры с образованием оксида и диоксида азота, а также азотной кислоты, способствующей дальнейшему разложению селитры (в случаях застоя и самоиспарения раствора и трубопровода, местных перегревов, механических ударов и т.п.).

Заданный интервал концентраций свободного аммиака в растворе аммиачной селитры, транспортируемом на установку получения удобрения, обеспечивает достаточный запас аммиака, чтобы предотвратить термическое разложение селитры при нестандартных ситуациях.

Увеличение содержания аммиака в растворе аммиачной селитры сверх 0,1% приведет к неоправданному повышению расхода азотной кислоты при нейтрализации избытка аммиака в удобрении и затруднит контроль над остаточным содержанием аммиака, так как при этом большая часть кислоты будет расходоваться на нейтрализацию аммиака, поступающего вместе с раствором селитры, и меньшая часть на нейтрализацию аммиака, поступающего вместе с раствором карбамида. В итоге погрешность дозирования азотной кислоты будет чувствительнее сказываться на точности, с которой удастся выдерживать низкое (0,01 0,10 масс.) остаточное содержание свободного аммиака в удобрении» [25].

3.4.1 Возможные аварии и способы их ликвидации

Таблица 3 – Возможные инциденты аварий в цехах производства КАС и их ликвидация

Возможные инциденты, аварийные ситуации	Предельно-допустимые значения параметров, превышение (снижение) которых может привести к аварии	Причины возникновения инцидентов, аварийных ситуаций	Действия персонала по предупреждению и устранению инцидентов и аварийных ситуаций
1	2	3	4
<p>1 Отключение электроэнергии</p> <p>При этом, отключаются все механизмы, приводимые в движение электродвигателями</p> <p>Примечание: Установка запитана электроэнергией от 2-х независимых источников.</p>	<p>Полное отключение всех двух источников</p>	<p>Перебои в подаче энергоресурсов</p>	<p>Остановка технологии</p>
<p>2 Прекращение подачи оборотной воды</p>	<p>Снижения давления оборотной воды Давление на входе в цех PIRA1-1932(к. 601) PIRA1-6020 (к. 602) менее 0,25 МПа</p>	<p>Перебои в подаче энергоресурсов. Остановка насосов на ВОЦ-6</p>	<p>Остановка технологии</p>
<p>3 Прекращение подачи воздуха КИП</p>	<p>Снижение давления на входе в цех до 0,2 МПа</p>	<p>Остановка компрессора в производстве технических газов</p>	<p>Остановка технологии</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
<p>4 Выброс газообразного аммиака из отделителя-испарителя аммиака трубопроводов аммиака</p>	<p>Повышение давления PIRAhI- 0121 выше 0,3 МПа (3 кгс/см²)</p>	<p>1.Нарушение технологического режима. 2.Коррозионный, механический износ, повреждение аппаратов, прокладочного материала. 3.Постороннее несанкционированное вмешательство в ход технологического процесса. 4.Внешнее воздействие природного и техногенного характера. 5.Террористические акты</p>	<p>1 Первый, заметивший аварию: 1.1 Окриком предупредить всех работающих в корпусе об аварии и надеть противогаз. 1.2 Доложить об аварии по телефону или лично начальнику смены, аппаратчику нейтрализации и выпарки 1 ступени. 2 Аппаратчик производства амселитры: При наличии пострадавших совместно с бойцами ВГСО и работниками скорой помощи принять меры по эвакуации их из опасной зоны с оказанием первой медицинской помощи.</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
5 Выброс газов дистилляции из трубопроводов и скрубберов-нейтрализаторов	Повышение давления PIRAh1- 2011, 2501 выше 0,04 МПа (0,4 кгс/см ²)	1.Нарушение технологического режима. 2.Коррозионный, механический износ, повреждение аппаратов, прокладочного материала. 3.Постороннее несанкционированное вмешательство в ход технологического процесса. 4.Внешнее воздействие природного и техногенного характера. 5.Террористические акты	1 Первый, заметивший аварию: 1.1 Окриком предупредить всех работающих в корпусе и надеть противогаз. 1.2 Доложить об аварии по телефону или лично начальнику смены, аппаратчику производства ам. селитры. 2 Аппаратчик производства ам. селитры: 2.1 Закрыть дистанционно электроздвижки 2.2 Произвести остановку скрубберных установок, 250 согласно рабочей инструкции.

3.4.2 Основные правила и требования безопасности при пуске производства после плановых кратковременных (на текущий ремонт) и длительных (на капитальный ремонт) остановок, вывода из резерва в работу

К пуску производства селитры аммиачной и КАС приступить в соответствии с письменным распоряжением начальника цеха.

Руководство пуском производства осуществляет начальник цеха или его заместитель через начальника смены.

Все подготовительные и пусковые операции производятся начальником смены через подчинённый ему персонал в соответствии с инструкциями по рабочим местам, инструкцией по охране труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии цеха №3.

Перед пуском оборудования в эксплуатацию необходимо:

- проверить правильность установки арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики в соответствии с проектом;
- проверить наличие паспортных заглушек на аппаратах и связанных с ними коммуникациях, находящихся в ремонте или в стадии монтажа;
- внешним осмотром убедиться в исправности оборудования, коммуникаций, вентиляции, арматуры, электротехнического оборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики, в конце подготовки к пуску вся запорная, отсечная и регулирующая арматура должна быть закрыта;
- проверить исправность защитного заземления оборудования, коммуникаций, электродвигателей;
- проверить наличие телефонной связи со всеми взаимосвязанными цехами и громкоговорящей связи с рабочими местами.

Пуск производства на рабочих средах (после ремонта или из резерва) производить в следующей последовательности:

- а) перед пуском цеха создать запас магнезита/брусита;
- б) включить в работу установку приготовления добавки;
- в) при наличии готового раствора добавки включить в работу аппарат ИТН, выпарной аппарат 1-ой ступени с гидрозатвором-донецитризатором и дозирующее устройство.
- г) при пустом аппарате ИТН залить его до рабочего уровня водой или щелоками (при наличии уровня щелоков в сборнике).

Пуск аппарата ИТН вести на кислой среде.

- д) при наличии щелоков в сборнике включить в работу насос для подачи щелоков на выпарку 2 ступени;

е) до пуска выпарного аппарата 2 степени подготовить к работе отделение упаковки и включить в работу транспортеры склада и галереи;

ж) включить выпарные аппараты 2-ой степени, доупарочные аппараты, промыватели, аппарат охлаждения амселитры в «кипящем слое», осевые вентиляторы.

На рисунке 28 показан порядок использования системы риск-ориентированного подхода.

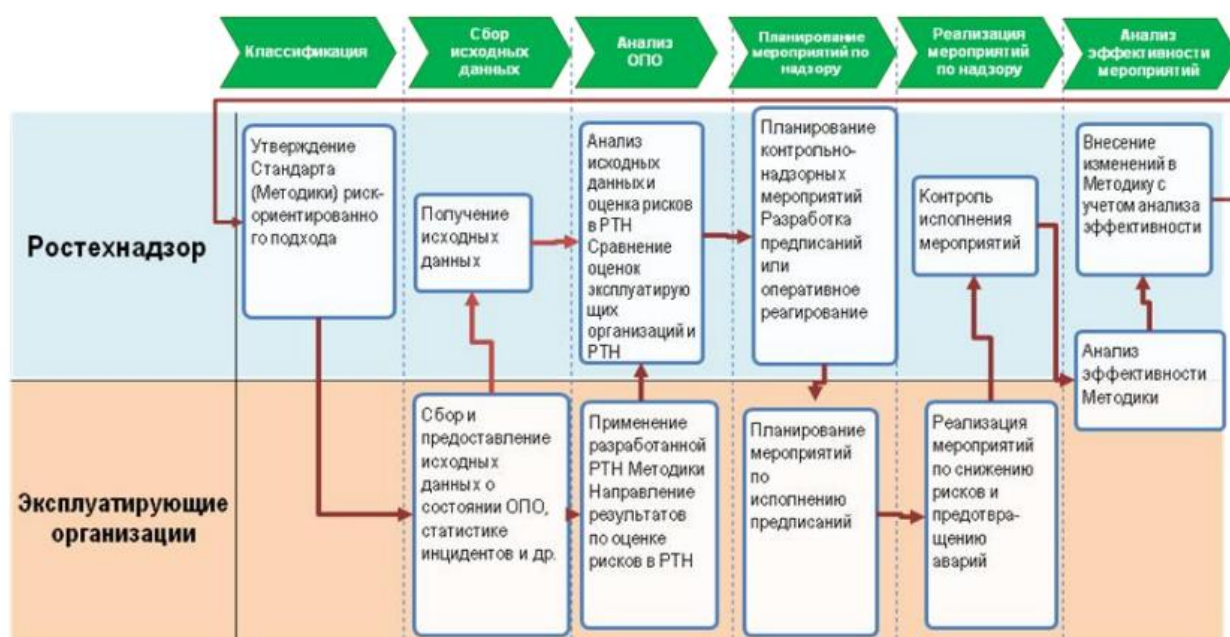


Рисунок 28 – Порядок использования системы риск-ориентированного подхода в области промышленной безопасности

В ходе выполнения данной работы было выявлено, что в применении риск-ориентированного подхода в области промышленной безопасности есть возможность минимизации уровня административного воздействия. Причем, ущерба на обеспечение самой промышленной безопасности, нет. Эффективность показанных мероприятий достигается комплексом превентивных мер по предотвращению аварийных ситуаций.

Подводя итог исследования о применении риск-ориентированного подхода необходимо выделить следующие выявленные проблемы в обеспечении промышленной безопасности:

разработки и реализации мероприятий по достижению и поддержанию максимальной контролепригодности ТУ, ЗиС на ОПО;

проведения электронной паспортизации ТУ, ЗиС на ОПО с высоким уровнем риска (в обязательном порядке на ОПО 1 и 2 классов опасности) и разработки 3D-схем ТУ, ЗиС с указанием на них зон и объемов контроля;

внедрения систем комплексного диагностического мониторинга на ОПО с высоким уровнем риска (в обязательном порядке на ОПО 1 и 2 классов опасности), позволяющих осуществлять непрерывный контроль ТУ, ЗиС в процессе их эксплуатации и максимально реализовать стратегию обслуживания и ремонта ТУ, ЗиС по фактическому техническому состоянию;

внедрения информационных систем управления техническим состоянием ТУ, ЗиС на ОПО с высоким уровнем риска (в обязательном порядке на ОПО 1 и 2 классов опасности), обеспечивающих максимальную автоматизацию процедур оценки технического состояния ТУ, ЗиС и повышающих эффективность принятия управленческих решений о возможностях, сроках и условиях их эксплуатации;

внедрения технологии дистанционного надзора за эксплуатацией ОПО с высоким уровнем риска (в обязательном порядке для ОПО 1 и 2 классов опасности) при осуществлении контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Сегмент производства минеральных удобрений является одним из наиболее развитых в структуре российской химической промышленности и сохранит свое развитие в дальнейшем, укрепляя свои экспортные позиции, с одновременным развитием внутреннего рынка и повышением эффективности компаний.

Проблемы техносферной безопасности в химической промышленности:

1. Срыв сроков модернизации технологического оборудования, реконструкции цехов и технического перевооружения производственных зон (проблема возникает из-за потребности в материальных ресурсах);

2. Низкий уровень производственной дисциплины, а также отсутствие высококвалифицированных кадров согласно специфичности технологического процесса ОПО (например, для ПАО «КуйбышевАзот» - специалисты в области производства капролактама, КАС)

3. Высокая степень износа производственных фондов химического производства

4. Несовершенство (необходимо ужесточение контроля над деятельностью ОПО) законодательных документов в области обеспечения промышленной безопасности РФ

5. Неустойчивое финансовое положение химических предприятий (высокая конкурентоспособность на мировом рынке)

6. Недоукомплектованность функционирующих производственных мощностей современным усовершенствованным оборудованием и системой автоматизации

7. Необходимость в техническом обеспечении средств индивидуальной защиты, оборудования для защиты от ЧС

Риск-ориентированный подход применяется в области государственного контроля. Целью является оптимизация трудовых и материальных ресурсов посредством снижения числа проверок там, где риск (угрозы возникновения ЧС, аварии, внештатных ситуаций) минимален. Суть риск-ориентированного подхода заключается в том, что происходит эффективное распределение контрольно-надзорных мероприятий в отношении производственных объектов. Опасные производства подлежат качественному контролю, в благоприятных зонах – количество проверок уменьшается.

На сегодняшний день на государственном уровне предприняты важные шаги по внедрению элементов риск-ориентированного регулирования в области промышленной безопасности – выполнено категорирование ОПО, позволяющее концентрировать внимание на наиболее важных объектах с точки зрения обеспечения безопасности; введено обоснование безопасности,

позволяющее разрабатывать и применять индивидуальные требования промышленной безопасности к конкретному ОПО с учетом возможных технологических инноваций; введена новая система аттестации экспертов, призванная поднять квалификацию экспертов и повысить уровень их ответственности за результаты своей деятельности.

Однако этих шагов недостаточно для достижения высокой эффективности риск-ориентированного подхода. Необходимо устранить или минимизировать ряд организационно-правовых и технических факторов, чтобы максимально полно использовать методологию анализа риска в области промышленной безопасности. Пока еще эта методология применяется в отечественной практике только для разработки деклараций промышленной безопасности, планов ликвидации аварий и их последствий, а также обоснований безопасности.

Реализация же риск-ориентированного подхода в управлении промышленной безопасностью ОПО предполагает, что анализ риска будет осуществляться не только в разовом порядке, при разработке указанных документов, но и периодически в процессе эксплуатации ОПО в порядке мониторинга эффективности реализуемых мер по обеспечению промышленной безопасности. Таким образом, риск-ориентированное регулирование достигает максимальной эффективности при переходе к мониторингу рисков по каждому ОПО.

Сегодня в российской промышленной безопасности в ритме реформ деиндустриализации и технического регулирования существенно изменяются как промышленность, так и безопасность. Характер изменений обусловлен несоответствием между рыночными целями и безопасными проектными режимами «недоизношенных совковых» производств. Если раньше мы двигались от надежности человеко-машинных систем к безопасности техникосоциальных, то теперь нам настойчиво предлагают вновь обратиться к надежности. На новом уровне «мышления».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе диссертационного исследования были проведены следующие мероприятия:

проведен информационно-аналитический обзор опасных химических производств РФ, а также производства карбамида ПАО «КуйбышевАзот».

проведен анализ требований промышленной безопасности и норм действующего российского законодательства относительно функционирования технологических процессов химических производств.

Выявлены следующие проблемы техносферной безопасности в химической промышленности в РФ:

1. Срыв сроков модернизации технологического оборудования, реконструкции цехов и технического перевооружения производственных зон (проблема возникает из-за потребности в материальных ресурсах);

2. Низкий уровень производственной дисциплины, а также отсутствие высококвалифицированных кадров согласно специфичности технологического процесса ОПО (например, для ПАО «КуйбышевАзот» - специалисты в области производства капролактама, КАС)

3. Высокая степень износа производственных фондов химического производства

4. Несовершенство (необходимо ужесточение контроля над деятельностью ОПО) законодательных документов в области обеспечения промышленной безопасности РФ

5. Неустойчивое финансовое положение химических предприятий (высокая конкурентоспособность на мировом рынке)

6. Недоукомплектованность функционирующих производственных мощностей современным усовершенствованным оборудованием и системой автоматизации

7. Необходимость в техническом обеспечении средств индивидуальной защиты, оборудования для защиты от ЧС

По направлениям действующей политики в области обеспечения промышленной безопасности на ПАО «КуйбышевАзот».

Основные особенности обеспечения промышленной безопасности при производстве карбамида.

В процессе функционирования технологического процесса применяют пылеочистное оборудование (скрубберы, насосы, установки, фильтрационные узлы), также башни приллирования (инженерные сооружения гранулирования карбамида). Данные мероприятия показывают высокую эффективность применения их в технологическом процессе, а также положительные показатели практического применения в мире. Также рассмотрена технология URECON® 2006.

ПАО «КуйбышевАзот» проводит регулярные противопожарные учения и учения, связанные с возможным выбросом или взрывом химических веществ. В соответствии с Планом действий в области экологии и социальной ответственности (ESAP) ПАО «КуйбышевАзот» предоставит паспорта безопасности материалов (MSDS) по опасным материалам в местные органы пожарной охраны и госпитали, и будет проводить совместные учения вместе с ними по отработке действий в условиях чрезвычайных ситуаций.

Введены в эксплуатацию локальные очистные сооружения на производствах аммиачной селитры и карбамида, что полностью исключило химически загрязненные стоки из этих цехов. Кроме того, силами предприятия продолжается строительство пока единственных в регионе очистных сооружений ливневых стоков Северного промышленного узла и части Центрального района г. о. Тольятти.

В диссертационном исследовании смоделирована схема ЧС, которые могут возникнуть в результате нарушения технологического процесса или нештатной ситуации

Решение проблемных вопросов в области промышленной безопасности.

Во-первых, это внесений изменений в законодательную базу РФ. В марте 2013 года президентом Путиным были внесены изменения (ФЗ №22) в Федеральный Закон «О промышленной безопасности ОПО». Данное изменение принципиально мотивирует руководителей (в области расширения полномочий) объектов в отношении обеспечения безопасности на ОПО. Основными изменениями в данном документе является разделение ОПО на 4 класса опасности, что существенно упрощает схему и внедрение риск-ориентированного подхода в области обеспечения промышленной безопасности химических предприятий. С 2014 года все ОПО были обязаны пройти перерегистрацию согласно новым классам опасности. Это вызвано тем, что присутствует потенциальная угроза возникновения ЧС, пожара, аварии или нештатной ситуации на конкретном производственном объекте химической промышленности. Не стоит забывать о фактическом размере зоны заражения, то есть угроза эта распространяется не только на персонал организации, а на жителей города в целом. Для собственника предприятия это значительный материальный ущерб. Основными причинами аварий на химических предприятиях являются: разгерметизация оборудования с последующим выходом АХОВ, износ производственных фондов, низкая техническая дисциплинированность и квалификация кадрового сегмента, игнорирование производственного контроля. Игнорирование производственного контроля – на данный момент актуальный вопрос в сфере проблемы обеспечения техносферной безопасности. Эта причина как составная часть целой системы спровоцирована отдельными элементами. Конкретно, это дефицит инструментария по поиску дефектов, нехватка средств индивидуальной защиты и приспособлений для защиты от ЧС (оборудование, материалы, приспособления и механизмы). Очевидно, что это осознанное игнорирование, вследствие того, что необходимы дополнительные материальные затраты.

Практические применимы описанные методы обеспечения промышленной безопасности, а также мероприятия по ее улучшению путем поиска патентных документов и технических систем (способ производства жидкого азотного удобрения «КАС», способ получения жидкого азотного удобрения. Способ обеспечения промышленной безопасности производственных объектов повышенной опасности в условиях увеличенного интервала между капитальными ремонтами).

Таким образом, повышение эффективности промышленной безопасности технологического процесса производства карбамида на площадке ПАО «КуйбышевАзот» путем внедрения риск-ориентированного подхода достигается следующими путями.

1. Проведение качественной процедуры оценки промышленной безопасности;
2. Ужесточение производственного контроля промышленной безопасности при производстве карбамида на ПАО «КуйбышевАзот».
3. Основные вопросы обеспечения промышленной безопасности рассматриваемого предприятия – стоки отработанных вод и выбросы в атмосферу; охрана труда и техника безопасности; производственные риски и действия в условиях чрезвычайных ситуаций; энергоэффективность; производство парниковых газов из закиси азота.
4. Создание центра сертификации и стандартизации химической продукции;
5. Обеспечение развития инженерной инфраструктуры (продуктопроводы, электроэнергия, водоснабжение, водоотведение, автомобильная и железнодорожная инфраструктура).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Меньшиков, В.В., Швыряев, А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск: Учебное пособие. [Текст]/ В.В. Меньшиков, А.А. Швыряев- М.: Изд-во Химия, фак. Моск. ун-та, 2003. - 254 с.
- 2 РД 09-414-01 Методические рекомендации по организации надзорной и контрольной деятельности на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности [Электронный ресурс].- URL : : <http://docs.cntd.ru/document/1200030621>.
- 3 Добротворская, С.Г., Зефирова, Т.Л. Техносферная безопасность человека в современных условиях / С.Г. Добротворская, Т.Л. Зефирова. Монография.– Казань: КФУ, - 2016, - 99 с, ISBN 978-5-91838-092-5 [Электронный ресурс].- URL : : https://kpfu.ru/staff_files/F1547006443/Tehnosfernaya_bezopasnost._Monografiya.pdf (дата обращения 23.05.2019).
- 4 Управление техносферной безопасностью. Управление безопасностью производственных процессов: учеб. пособие / Сост. Д.А. Мельникова, Н.Г. Яговкин, Г.Н. Яговкин; под ред. Г.Н. Яговкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. – 292 с.: ил. ISBN 978-5-7964-1968-7 [Электронный ресурс].- URL : : http://bjd.samgtu.ru/sites/bjd.samgtu.ru/files/upravlenie_tehnosfernoy_bezopasnost_yu.pdf (дата обращения 23.05.2019).
- 5 Техносферная безопасность в XXI веке. Сборник научных трудов магистрантов, аспирантов и молодых ученых. VI Всероссийская научнопрактическая конференция / под редакцией проф. С.С. Тимофеевой. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2016. – 196 с. [Электронный ресурс].- URL : : https://www.istu.edu/docs/education/faculty/institute_entrails/bjd/konf/sb_4.pdf.
- 6 Посохов, О.В., Иванов, А.В., Булычева, О.С. Современный взгляд на проблему обеспечения безопасности химических производств // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 4-2.;

.- URL : : <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=16138> (дата обращения: 25.05.2019).

7 Гражданкин, А.И., / Роспромтехносфера 2010: границы безопасности А.И. Гражданкин, RiskProm.RU, 2010 [Электронный ресурс].- URL : :http://riskprom.ru/TemaKtlg/BZD/rostehprom2010/RosPromBez_2010.pdf

8 ГОСТ 12.0.004-90 «Организация обучения безопасности труда» [Электронный ресурс].- URL : : <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 20.05.2019).

9 Федеральный закон №116 от 21.07.97 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс].- URL : : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 20.05.2019).

10 Федеральный закон №123 от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс].- URL : : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 20.05.2019).

11 Приказ Минпромторга России №651, Минэнерго России №172 от 08.04.2014 (ред. от 14.01.2016) «Об утверждении Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года» [Электронный ресурс].- URL : : <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=193832&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.721489519983739#07783774550544598> (дата обращения: 25.05.2019).

12 Федеральный закон №69 от 18.11.1994 «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс].- URL : : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 20.05.2019).

13 Федеральный закон №7 от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс].- URL : : :

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 20.05.2019).

14 Федеральный закон №68 от 21.12.94 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс].- URL : : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/ (дата обращения: 20.05.2019).

15 Федеральный закон от 26.12.2008 №294-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», Статья 8.1 [Электронный ресурс].- URL : : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/58672404e5897f38d20be06de33c4570c75d2897/ (дата обращения: 20.05.2019).

16 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям, ИТС 2-2015 [Электронный ресурс].- URL : : <http://docs.cntd.ru/document/1200128662> (дата обращения: 20.05.2019);

17 Arora, A. Patents, licensing, and market structure in the chemical industry //Research policy. – 1997. – Т. 26. – №. 4. – pp. 391-403.

18 Barbosa, L. C., Gomes L. F. A. M. Assessment of Efficiency and Sustainability in a Chemical Industry Using Goal Programming and AHP //Procedia Computer Science. – 2015. – Т. 55. – pp. 165-174.

19 Desai, M. A., Foley C. F., Hines J. R. Capital structure with risky foreign investment //Journal of Financial Economics. – 2008. – Т. 88. – №. 3. – pp. 534-553.

20 Funke, O. US chemical program: Purpose, challenges, and evolution //Politics and the Life Sciences. – 2001. – pp. 175-187;

21 Gutiérrez, L. H., Pombo, C. Firm Entry and Productivity Turnovers in Import Substituting Markets: Evidence from the Petrochemical Industry in Colombia //Lecturas de Economía. – 2005. – №. 63. – p. 137-185.

22 Федеральный закон от 26.12.2008 №294-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», [Электронный ресурс].- URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/58672404e5897f38d20be06de33c4570c75d2897/ (дата обращения: 20.05.2019).

23 Пат. 94009439 Российская Федерация, МПК C05C 9/00 (1995.01), C05C 11/00 (1995.01) Способ производства жидкого азотного удобрения «КАС»/ Короткий И.П., Сурба А.К., Лакомкин А.А., Тарновецкий А.В., Давыдено В.Ф., Денишенко В.Ф.; заявитель и патентообладатель Гродненское производственное объединение "Азот" им.С.О.Притыцкого – №94009439/25; заявл.17.03.1994 ; опубл. 20.08.1996, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил [Электронный ресурс].- URL : <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=bfdb8d3a88496c90d9212ea4a1340d91> (дата обращения: 20.05.2019).

24 Пат. 2574168 Российская Федерация, МПК G01M 7/00 (2006.01) Способ обеспечения промышленной безопасности производственных объектов повышенной опасности в условиях увеличенного интервала между капитальными ремонтами / Сергиев Б.П.(ru), Туманян Б.П. (ru), Мусатов В.В. (ru), Лукьяненко Н.А. (ru), Соловкин В.Г. (ru); заявитель и патентообладатель Закрытое Акционерное Общество «ГИАП-дистцентр» (ЗАО «ГИАП-дистцентр») (ru) – №94009439/25; заявл.17.03.1994; опубл. 20.08.1996, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил [Электронный ресурс].- URL : <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=6f2b6be33e5542451356f760a8cf8aa1> (дата обращения: 20.05.2019).

25 Пат. 94042639 Российская Федерация, МПК G01M 7/00 (2006.01) Способ получения жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака/ Шафрановский А.В., Старшинов М.С.; заявитель и

патентообладатель Акционерное общество открытого типа «Научно-исследовательский и проектный институт азотной промышленности и продуктов органического синтеза» – № 94042639/25; заявл.30.11.1994 ; опубл. 20.09.1996, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил [Электронный ресурс].- URL : <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=4171651575e86530363e88a36d25b929> (дата обращения: 20.05.2019).

26 Родионов, А.И., Клушин, В.Н. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 2002. – 512 с.

27 Кривошеин, Д.А., Кукин, П.П. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков. [Текст] – М.: Высшая школа, 2003. – 344 с.

28 Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский, Н.А. Клименко, Т.М. Левченко и др. – М.: Химия, 1983. – 288 с.

29 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ [Электронный ресурс].- URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 20.05.2019).

30 Решение Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 823 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (вместе с «ТР ТС 010/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности машин и оборудования»).

31 Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс].- URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 20.05.2019).

32 Федеральный закон от 30.11.1995 № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации» [Электронный ресурс].- URL : <https://base.garant.ru/10108686/> (дата обращения: 20.05.2019).

- 33 Приказ Ростехнадзора от 20.11.2013 № 554 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности производств хлора и хлорсодержащих сред» [Электронный ресурс].- URL : <https://minjust.consultant.ru/documents/8644> (дата обращения: 20.05.2019).
- 34 Приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 № 533 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» [Электронный ресурс].- URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157709/ (дата обращения: 20.05.2019).
- 35 Gutiérrez, L. H., Pombo, C. Firm Entry and Productivity Turnovers in Import Substituting Markets: Evidence from the Petrochemical Industry in Colombia //Lecturas de Economía. – 2005. – №. 63. – pp. 137-185.
- 36 Mahmud, M. The Relationship between Economic Growth and Capital Structure of Listed Companies: Evidence of Japan, Malaysia, and Pakistan [with Comments] //The Pakistan Development Review. – 2003. – pp. 727-750.
- 37 Swinnen, S., Voordeckers, W., Vandemaele S. Capital structure in SMEs: pecking order versus static trade-off, bounded rationality and the behavioural principle //European Financial Management Association 2005, Annual Conference June. – 2005.
- 38 Vitali, G. ERIEP| Number 4| Selected Papers //Agrochemicals. – Т. 1. – pp. 1-6.
- 39 Официальный сайт Федеральной службы статистики. Статистическая отчетность в электронном виде: [<http://www.gks.ru/metod/unif-form.html>];
- 40 Rafiq, M. The determinants of capital structure of the chemical industry in Pakistan //The Lahore Journal of Economics. – 2008. – Т. 13. – №. 1. – pp. 139-158.

- 41 Ратникова, Т. А. Анализ панельных данных в пакете STATA //Методические указания к компьютерному практикуму по курсу «Эконометрический анализ панельных данных». М.: ГУ ВШЭ. – 2005. – Т. 7.
- 42 Мхитарян, В. С. и др. Теория вероятностей и математическая статистика //М.: Московский международ. институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2003.–130 с.
- 43 Лапо, В. Ф. Пространственная концентрация производства и ожидания инвесторов: анализ отраслевых особенностей привлечения инвестиций в регионы //Прикладная эконометрика. – 2010. – №. 2.
- 44 Бессонова, Е. В. Влияние внутренней конкуренции и иностранных инвестиций на эффективность российских промышленных предприятий //Прикладная эконометрика. – 2010. – №. 1.
- 45 Ханухов, Х.М. Анализ причин аварий резервуаров, проектное, нормативное и техническое обеспечение их безопасной эксплуатации / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Новые решения конструкций, технологии сооружения и ремонта стальных резервуаров». НЕФТЕГАЗМАШ. – Самара, – Н. Новгород, 2007. – с. 112-120.
- 46 Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013 N 559 (ред. от 18.09.2017) "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности химически опасных производственных объектов" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30995) [Электронный ресурс].- URL : <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=279960&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.8163440556483776#07447211625439751> (дата обращения: 20.05.2019).
- 47 Шерстобитова, А.А., Феткулова, Э.Т. Химическая промышленность и современные проблемы ее развития в российской федерации [Текст]/А.А. Шерстобитова, Э.Т. Феткулова// Воронеж. регион. институт технических наук, -Воронеж, 2015.-С. 98-100.- Библиогр.: с. 98-100.

- 48 Боголюбов, А. Н. О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением [Текст] / А. Н. Боголюбов, А. Л. Делицын, М. Д. Малых // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3, Физика. Астрономия. – 2001. – № 5. – С. 23–25.
- 49 Федосов, А. В., Закирова, З. А., Абдрахимова, И. Р. / Перспективы применения риск-ориентированного подхода в области промышленной безопасности [Текст] / А. В. Федосов, З. А. Закирова, И. Р. Абдрахимова Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация. Физика– 2015. – № 5. – С. 24–29.
- 50 Воробьева, А. С. Новые методы в обеспечении промышленной безопасности в России [Текст] // Инновационная наука. 2016. № 4-3. С. 38-41.
- 51 Mahmud, M. The Relationship between Economic Growth and Capital Structure of Listed Companies: Evidence of Japan, Malaysia, and Pakistan [with Comments] // The Pakistan Development Review. – 2003. – pp. 727-750.
- 52 Swinnen, S., Voordeckers, W., Vandemaele S. Capital structure in SMEs: pecking order versus static trade-off, bounded rationality and the behavioural principle // European Financial Management Association 2005, Annual Conference June. – 2005.
- 53 Vitali, G. ERIEP | Number 4 | Selected Papers // Agrochemicals. – Т. 1. – pp. 1-6.
- 54 Официальный сайт Федеральной службы статистики. Статистическая отчетность в электронном виде: [<http://www.gks.ru/metod/unif-form.html>];
- 55 Rafiq, M. The determinants of capital structure of the chemical industry in Pakistan // The Lahore Journal of Economics. – 2008. – Т. 13. – №. 1. – pp. 139-158.
- 56 Ратникова, Т. А. Анализ панельных данных в пакете STATA // Методические указания к компьютерному практикуму по курсу «Эконометрический анализ панельных данных». М.: ГУ ВШЭ. – 2005. – Т. 7.

57 Мхитарян, В. С. и др. Теория вероятностей и математическая статистика //М.: Московский международ. институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2003.–130 с.

58 Лапо, В. Ф. Пространственная концентрация производства и ожидания инвесторов: анализ отраслевых особенностей привлечения инвестиций в регионы //Прикладная эконометрика. – 2010. – №. 2.

59 Бессонова, Е. В. Влияние внутренней конкуренции и иностранных инвестиций на эффективность российских промышленных предприятий //Прикладная эконометрика. – 2010. – №. 1.