

инфраструктуры в Германии. Кроме того, предначертанный/требуемый (оставшийся) срок службы отдельных мостов непосредственно влияет на расчет динамических нагрузок, полученных от вероятностных моделей, эффект которых не рассматривается в современных проектах. Таким образом, разработка усовершенствованной концепции к дорожным и мостовым моделям нагружения может привести к заметному снижению максимальной подвижной нагрузки, которая включена в повторных анализах мостов и предоставит важную информацию в целях развития оптимизации технического обслуживания и модернизации стратегии для отдельных мостов и инфраструктуры сети. Первый численный анализ мостов с участием относительно низкого интенсивного движения ясно подтверждает, что существует значительный потенциал в принятии этой концепции.

Помимо мониторинга изменений подвижных нагрузок и/или реакций конструкций существует также несколько научно-исследовательских проектов, направленных на инновационные стратегии и прямую связь данных измерений с численными моделями, для прогнозирования фактического уровня

безопасности мостовых конструкций, оценка которых уже завершена.

Список литературы

1. С. Зонабанд С. Франц, Ц. Стейнбрик, М. Кершенштейнер. Расчет деформаций Ланталбрук Лимбург: Бетонные и железобетонные конструкции. Выпуск 2, Эрнст и Сын, Берлин.
2. Руководство по повторному анализу существующих автомобильных мостов. Федеральное министерство транспорта, Берлин, 2011.
3. Руководство по повторному анализу и оценке существующих дорожных мостов. 1-е приложение, Федеральное министерство транспорта и цифровая инфраструктура, Берлин, 2015.
4. Г. Марзан. Перерасчет железобетонных мостов – обновленные директивы перерасчета. Эрнст и Сын, Берлин.
5. Г. Сайдл, М. Хирл, М. Мензингер. Сегментный мост Грейбельбах как составной мост без асфальта. Берлин, 2016.
6. Г. Шмидт-Тро, В. Шуфлер, О. Фишер. Измерение непрерывных волоконно-оптических деформаций для бетонных компонентов. Бетонные и железобетонные конструкции. Эрнст и Сын, Берлин, 2016.

УДК 661.638

UDC 661.638

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ФОСФОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY TECHNOLOGY PROCESSING TECHNOGENIC WASTE OF PHOSPHORIC INDUSTRY

*Джанмулдаева Ж.К., Джанмулдаева А.К.
Dzhanmuldaeva Zh.K., Janmuldayeva A.K.*

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
M. Auevov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan*

РЕЗЮМЕ: Утилизация фосфорсодержащих отходов является актуальной проблемой химической промышленности. При утилизации шламов и ликвидации шламонакопителей прекратится вредное влияние отходов на почву, высвободятся большие площади под хозяйственное землепользование и расширится сырьевая база производства минеральных удобрений. В связи с этим проведены исследования по разложению фосфорсодержащих шламов серной кислотой с дальнейшим гранулированием полупродукта аммонизированным раствором фосфорной кислоты. Доказана возможность и разработана технология переработки фосфорсодержащих шламов на NPK-удобрения.

SUMMARY:

Phosphorus-containing waste utilization is a topical problem of chemical industry. The sludge is stored in sludge reservoirs located on huge ground areas. When sludge utilization and sludge reservoir liquidation the harmful waste influence on soil will be stopped and big areas will come free for economic land-utilization as well as raw material base for mineral fertilizer production will be expanded. Therefore the research of phosphorus-containing sludge decomposition by sulphuric acid with following semi-product granulation by phosphoric acid ammoniating solution has been performed. The possibility has been proved and the technology of phosphorus-containing sludge processing into NPK-fertilizers has been developed.

Ключевые слова: фосфорсодержащие отходы, серная кислота, фосфорная кислота, разложение, грануляция, гигроскопичность, слеживаемость, NPK-удобрения.

Keywords: phosphorus-containing waste, sulphuric acid, phosphoric acid, decomposition, granulation, hygroscopic property, caking property, NPK-fertilizers.

Переработка фосфорсодержащих шламов является актуальной проблемой химической технологии. Фосфорсодержащие шламы образуются при производстве фосфора электротермическим спосо-

бом и представляют собой гетерогенную смесь, состоящую из фосфора, минеральных примесей и воды. Анализ литературных данных показал, что существуют различные способы переработки фосфорсодержащих шламов, но эффективность этих

очень низкая, они требуют дополнительных расходов и не дают возможность получить товарный продукт. В связи с этим разработка и реализация рационального и экономичного технического решения, обеспечивающего максимальную степень использования фосфорсодержащих шламов является актуальной проблемой.

В настоящее время на территориях фосфорных заводов накопилось большое количество техногенных отходов. Фосфорсодержащие шламы находящиеся в шламонакопителях имеют следующий состав: 0,02-7,94% P₄, 10,25-20,85% P₂O₅общ., 4,43-8,82% P₂O₅усв., 1,5-10,62% К и другие примеси. Если обратить внимание на состав шламов, то можно заметить что около 60% P₂O₅общ. находится в усвояемой форме и кроме того имеется еще один питательный элемент – калий. На наш взгляд одним из перспективных методов переработки фосфорсодержащих шламов является производство из них NPK-удобрений (азот-фосфор-калий) путем разложения их пониженной нормой серной кислотой с последующей грануляцией полученного продукта аммонизированным

раствором фосфорной кислоты (АРФК), что позволяет использовать техногенные отходы производства, получить ценное удобрение с низкой себестоимостью.

В связи с этим был изучен процесс разложения фосфорсодержащих шламов серной кислотой в широком диапазоне норм (60-100% от стехиометрического количества), концентраций (30-70% H₂SO₄) и температур (25-60⁰C). Стехиометрическую норму серной кислоты рассчитывали на общее количество P₂O₅ в шламе. Для упрощения проведения экспериментов использовали фосфорсодержащие шламы с меньшим содержанием элементного фосфора. Для проведения лабораторных исследований был использован шлам следующего состава (масс.%): 13,25 P₂O₅общ., 7,23 P₂O₅усв. и 3,82 К. Как видно, из состава шлама примерно 60% P₂O₅ находится в усвояемой форме, кроме того в составе шлама имеется питательный элемент калий. Эксперименты, анализ продукта и расчет степени разложения проводили известными способами. Технологические параметры процесса, результаты анализов и расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия эксперимента, результаты анализов и расчетов

№	Концентрация серной кислоты, %	Норма серной кислоты, %	Температура серной кислоты, °С	P ₂ O ₅ общ., %	P ₂ O ₅ усв., %	Степень разложения, %
1.	70	100	50	12,01	8,62	71,81
2.	70	60	50	12,51	9,20	73,52
3.	45	100	50	13,00	10,66	82,00
4.	45	60	50	13,16	10,75	81,70
5.	30	100	50	12,74	8,01	63,95
6.	30	60	50	12,92	8,12	62,90

По результатам исследований видно, что влияние концентрации серной кислоты на степень разложения фосфорсодержащих шламов неоднородно. При использовании серной кислоты с концентрацией 45%H₂SO₄ достигается наибольшая степень разложения фосфорсодержащих шламов. Это объясняется тем, что при такой концентрации кислоты создаются благоприятные условия для роста крупных кристаллов сульфата кальция, которые в меньшей степени затрудняют доступ кислоты к поверхности непрореагировавшего шлама. С увеличением концентрации кислоты с 45% до 70% H₂SO₄ степень разложения уменьшается, что объясняется малым возрастанием активности кислоты по мере увеличения ее концентрации по сравнению с увеличением сопротивления слоя кристаллов сульфата кальция, увеличением вязкости кислоты, уменьшением активности ионов водорода и уменьшением подвижности жидкой фазы.

Из данных приведенных в таблице 1 видно, что с увеличением нормы серной кислоты степень разложения фосфорсодержащих шламов возрастает. Однако, увеличение нормы серной кислоты приводит к уменьшению содержания P₂O₅общ., следовательно и к уменьшению содержания P₂O₅усв.. Это объясняется взаимной компенсацией двух противо-

положных факторов: с одной стороны, с увеличением нормы серной кислоты возрастает степень разложения шламов, а с другой стороны, благодаря введению большого количества серной кислоты происходит разубоживание получаемого продукта балластным сульфатом кальция. Значит повышение нормы серной кислоты нецелесообразно как с технологической, так и с экономической точки зрения. При норме серной кислоты 60% от стехиометрии степень разложения составляет 81,7%, т.е. при смешивании и вызревании в суперфосфатной камере процесс полностью заканчивается.

Таким образом, по результатам проведенных исследований определены оптимальные условия процесса разложения фосфорсодержащих шламов серной кислотой: норма серной кислоты – 60-65% от стехиометрического количества; концентрация серной кислоты – 40-45% H₂SO₄ и температура серной кислоты - 50-60⁰C.

При этих оптимальных условиях был получен продукт содержащий 13,16% P₂O₅общ. и 10,75% P₂O₅усв.. Этот продукт по составу не соответствует требованиям стандарта, поэтому с целью повышения качества продукта и соответствия его требованиям стандарта предлагаем гранулировать полученный продукт аммонизированным раствором

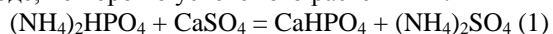
фосфорной кислоты (АРФК), что приведет к улучшению химических и физико-химических свойств продукта, кроме того продукт обогатится еще одним питательным элементом – азотом.

С целью определения оптимального технологического режима процесса грануляции были исследованы влияния различных факторов на выход товарного продукта, время окатывания гранул, химический состав и физико-механические свойства продукта. В частности, влияние количества добавки аммонизированного раствора фосфорной кислоты (АРФК), концентрации фосфатов аммония в АРФК и массового соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК, используемого для увлажнения полупродукта перед грануляцией.

Исследование показали, что оптимальное количество добавки АРФК (такое, когда достигается максимальный выход) очень узкий интервал, за пределами которого либо окатывание не происходит, либо идет спонтанное слипание. Необходимо отметить, что с увеличением концентрации фосфатов аммония в АРФК увеличивается оптимальное его количество. Это связано с тем, что с увеличением концентрации фосфатов аммония в АРФК количество влаги в нем уменьшается и для того, чтобы влажность смеси была в пределах нормы, необходимо увеличивать количество подаваемого раствора. Проведенные исследования показали, что оптимальное количество добавки АРФК составляет 30-32г на 100г порошковидного полупродукта, и концентрация фосфатов аммония в АРФК 26-28%.

Изучение влияния массового соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК показало, что при значениях R в пределах 0,21-0,54 время окатывания гранул почти не меняется. Формирование гранул происходит в первые 5-6 минут, а дальнейшее увеличение времени окатывания не приводит к увеличению размеров гранул. Увеличение массового соотношения R в АРФК выше 0,54 приводит к заметному сокращению времени окатывания гранул, однако при этих условиях получаются очень крупные гранулы и агломераты не соответствующие требованиям стандарта. При увеличении соотношения R в АРФК выход товарной фракции сначала повышается, а затем резко снижается. Это можно объяснить тем, что с увеличением массового соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК его связывающая способность увеличивается. Это приводит к интенсификации процесса гранулообразования и образованию крупных гранул и агломератов, что в свою очередь, приводит к усложнению регулирования процесса гранулообразования и снижению выхода товарной фракции.

Исследования влияния массового соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК на химический состав продукта показали, что с увеличением массового соотношения R содержание $\text{P}_2\text{O}_{5\text{св.}}$ в продукте уменьшается незначительно, а содержание $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$ уменьшается весьма значительно, что обусловлено образованием дикальцийфосфата не растворимого в воде, но хорошо усвояемого растениями:



Реакция конверсии сульфата кальция в сульфат аммония протекает вследствие меньшей растворимости дикальцийфосфата по сравнению с растворимостью сульфата кальция.

Результаты исследования показали, что соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК значительно влияют на физико-механические свойства продукта. С увеличением соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК гигроскопичность и слеживаемость продукта уменьшается, а прочность гранул увеличивается. Это объясняется образованием сульфата аммония по реакции (1). Согласно литературным данным смеси сульфата аммония улучшают свойства удобрений, что связано с процессами структурообразования в солевых системах, в частности, с образованием твердых растворов фосфатов и сульфата аммония.

Прочность гранул продукта с увеличением массового соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК увеличивается. Это связано с тем, что с увеличением соотношения R в АРФК концентрация сульфата аммония образующего по реакции (1) возрастает, т.е. возрастает его концентрация в поверхностном слое. Это приводит к увеличению пластичности шихты и прочности образующихся между кристаллическими зернами фазовых контактов. Прочность гранул продукта в зависимости от соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК составляет 1,9-3,6МПа.

Таким образом, в результате лабораторных исследований были определены оптимальные параметры процесса грануляции полупродукта: количество добавки АРФК - 30-32г. на 100г. сухого полупродукта; концентрация фосфатов аммония в АРФК – 26-28% (масс.); массовое соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК – 0,52-0,54.

В этих условиях был получен продукт, содержащий, масс. %: влаги 2,80; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 16,30; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{св.}}$ 15,01; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$ 7,95; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{своб.}}$ отс; N 3,65 и К 4,17. Полученный продукт обладает низкой гигроскопичностью и слеживаемостью, прочность гранул составляет 1,9 МПа.

Основные результаты и выводы:

1. Разработана технология переработки фосфорсодержащих отходов в НРК-удобрения;
2. Изучен процесс разложения фосфорсодержащих отходов серной кислоты и определены оптимальные технологические параметры:
 - норма серной кислоты – 60-65% от стехиометрического количества;
 - концентрация серной кислоты – 40-45% H_2SO_4 ;
 - температура серной кислоты - 50-60°C.
3. Изучен процесс грануляции полупродукта аммонизированным раствором фосфорной кислоты и определены оптимальные технологические параметры:
 - количество добавки АРФК - 30-32г. на 100г. сухого полупродукта;
 - концентрация фосфатов аммония в АРФК – 26-28% (масс.);
 - массовое соотношения $R = \text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ в АРФК – 0,52-0,54.

4. Состав продукта, полученного в результате лабораторных исследований, масс. %: влаги 2,80; $P_2O_{5\text{общ}}$ 16,30; $P_2O_{5\text{сусв}}$ 15,01; $P_2O_{5\text{водн}}$ 7,95; $P_2O_{5\text{своб}}$ отс; N 3,65 и K 4,17.

5. Результатами лабораторных исследований доказана возможность переработки фосфорсодержащих отходов на высокоэффективное NPK-удобрение с низкой себестоимостью. 6.

6. Разработанная технология является решением как экологических, так и экономических проблем химической технологии.

Литература

1. Тлеуов А.С. Утилизация отходов предприятий фосфорной промышленности / Учебное пособие. – Шымкент: ЮКГУ, 2015. - 176с.

2. Дмитриевский Б.А. Свойства, получение и применение минеральных удобрений. – СПб.: Проспект Науки, 2013 – 326 с.

3. Алдашов Б.А., Лисица В.И. Инновационные технологии химической переработки фосфоритов Каратау и утилизации фосфорсодержащих отходов. – Алматы: Ғылым, 2006. – 248с.

4. Джанмулдаева Ж.К., Сейтмагзимова Г.М., Якубова Р.Р. Разработка технологии переработки фосфорсодержащих шламов // 3-я Украинская научно-техническая конференция «Современные проблемы технологии неорганических веществ», Днепропетровск. - 2006. - С. 61.

5. Жантасов К.Т., Франгулиди Л.Х. Исследование по получению P-K-N удобрений на основе котельного молока ЖФ ТОО «Казфосфат» (НДФЗ). Вестник НАН РК. №3. – 2010. - С. 61-65.

КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ВО ВЬЕТНАМЕ

Динь Конг Хынг

*к.т.н. Капитан. Преподаватель кафедры “Пожарная безопасность”
Института Противопожарной Службы МОБ СР Вьетнам*

АННОТАЦИЯ. Систематизирован значительный материал по проблемам комплексного обеспечения безопасности сложных объектов. Рассмотрены особенности категорирования объектов защиты.

Ключевые слова: пожароопасность, система безопасности, объект защиты, комплексное обеспечение безопасности, категории объектов защиты.

Вряд ли можно сомневаться в том, что подавляющее большинство объектов хозяйствования требует комплексного обеспечения безопасности, адекватного различным существующим угрозам [1-3]. Особой угрозой подвержены современные **многофункциональные** (в первую очередь - высотные и повышенной этажности) объекты, а также **многофункциональные** территориально рассредоточенные на больших площадях невысокие, т.е. средние - и малоэтажные объекты (здания, строения, сооружения, комплексы), отличающиеся архитектурно-строительной и инженерной неоднородностью, с наличием подземной среды и инфраструктуры, часто относящиеся к национальному культурному наследию [4-8].

Для таких объектов, как правило, характерна хорошо заметная эстетическая выразительность и индивидуальность, техническая насыщенность, высокая концентрация сосредоточенных ценностей и большое количество трудно контролируемых и трудно защищаемых потенциально уязвимых мест их нахождения, постоянное и временное пребывание большого количества людей из различных социальных, этнических и религиозных общественных групп, их трудно прогнозируемая и слабо управляемая поведенческая динамика.

В Вьетнаме повышенного внимания также требуют территории с природно-ландшафтной сложностью, со значительными пожароопасными лесными и лесопарковыми массивами, со сложным рельефом местности расположения и с перепадами

высот, с наличием больших открытых водных пространств (прилегающих акваторий морей, больших озер, искусственных водохранилищ и водоемов гидротехнических сооружений, а также протяженных участков полноводных судоходных рек), с возможной геологической, сейсмической и метеорологической опасностью.

Решение проблемы комплексного обеспечения безопасности сложных объектов изначально предполагает определение спектра угроз и на этой основе формулирование перечня функциональных требований по их нейтрализации: объемно-планировочных, строительно-конструктивных, инженерно-технических, организационно-предупредительных и планов профилактических.

При организации и проведении производственной и технической эксплуатации сложных, например, многофункциональных объектов и объектов-комплексов, непосредственный интерес представляет анализ и учёт следующих факторов [1- 8]:

- антропогенных криминального характера;
- антропогенных некриминального характера;
- техногенных;
- природно-климатических.

Антропогенными факторами криминального характера, представляющими угрозу безопасности объекта, являются:

- террористические проявления (акты) (за-