

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Финкельштейн З.Л. Применение и очистка рабочих жидкостей для горных машин. - М.: Недра, 1986. - 232 с.
2. Финкельштейн З.Л., Ямковая М.А. Электромагнитный очиститель со сложной конфигурацией магнитного поля /Труды НИИ прикладных проблем гидроаэромеханики и теплообмена. – Черкассы: Изд-во ЧИТИ, 1997. - С. 87-93.
3. Бойко Н.З., Ямковая М.А. Расчет намагничивающей силы при электромагнитной очистке /Труды Кременчугского государственного политехнического университета. Проблемы создания новых машин и технологий. - Кременчуг: Изд-во КГПУ. – 2001. - Вып. №1(10). - С. 521-533.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы /Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б.Некрасов и др. - М.: Машиностроение, 1982.-423с.

Поступила в редакцию 6 декабря 2005 г.

УДК 661.634.2.002

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ОТРАСЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НОВЫЕ ВИДЫ СЫРЬЯ

Е.В. Лапин*, канд. экон. наук; ***Н.А. Трофименко****, канд. экон. наук;
С.В. Вакал**, канд. техн. наук; ***Э.А. Карпович*****, канд. техн. наук;
Е.И. Дмитриев***, канд. техн. наук

**ОАО «СУМЫХИМПРОМ»*

***СумГНИИ МИНДИП*

****ЗАО «Крымский ТИТАН»*

По инициативе ряда предприятий, прежде всего ОАО «Сумыхимпром», Сумского ГосНИИ МИНДИП и ЗАО «Крымский ТИТАН» в Украине разработан и реализуется комплекс работ под наименованием «Решение проблемы обеспечения агрокомплекса Украины минеральными удобрениями расширенного ассортимента с использованием новых видов фосфатного и иного сырья».

Как известно, Украина является страной, которая имеет крупный аграрный сектор. Конкуренентоспособность продукции, производимой в этом секторе, в существующих экономических реалиях невозможно обеспечить без внедрения современных технологий. Важной стороной реализации таких технологий является обеспечение подразделений агрокомплекса научно-обоснованным количеством фосфорсодержащих удобрений оптимизированного ассортимента.

Однако, после обретения независимости выяснилось, что Украина - страна, в которой данная отрасль оказалась в кризисном состоянии. Особенность структуры этой отрасли заключалась в том, что при наличии серьезной материальной базы по получению фосфорсодержащих удобрений в Украине полностью отсутствовала инфраструктура добычи и обогащения фосфатного сырья. Недостатком данной отрасли являлось и то, что все производственные мощности по получению фосфорсодержащих удобрений ориентированы на переработку только апатита Хибинского месторождения, а ассортимент удобрений ограничивался 3-4 наименованиями при преобладании аммофоса и суперфосфата.

По ряду объективных и субъективных причин оказалось, что традиционная связь с таким поставщиком сырья, как ОАО «Апатит», Россия, при формировании рыночных отношений быстро стала сворачиваться и полностью прекратилась к концу 90-х годов. В Украине такое положение поставило отрасль производства фосфорсодержащих удобрений в катастрофические условия. В сложившейся ситуации были

потери мощности по производству фосфорных удобрений на таких предприятиях, как Константиновский химзавод и Одесский суперфосфатный завод. Свернули свою работу по получению фосфорсодержащих удобрений Винницкий химзавод, Раздольский химкомбинат и ОАО «РивнеАзот». Был прекращен выпуск обесфторенных кормовых фосфатов на ОАО «СУМЫХИМПРОМ». По сравнению с 1985 годом поставка фосфатных удобрений предприятиями агрокомплекса Украины снизилась с 45 кг/га до 1-2 кг/га.

Производство фосфорсодержащих удобрений сохранилось только на ОАО «СУМЫХИМПРОМ» и ЗАО «Крымский ТИТАН», хотя и здесь масштабы выпуска удобрений существенно снизились. Основным стимулом сохранения производства фосфорсодержащих удобрений на этих предприятиях являлась необходимость утилизации гидролизной серной кислоты - побочного продукта производства пигментной двуокиси титана. Классическим решением данной проблемы является использование данной кислоты в производстве фосфорсодержащих минеральных удобрений. Прекращение утилизации гидролизной серной кислоты грозило полной остановкой уникальных и рентабельных производств пигментной двуокиси титана, потребность в которой ощущалась как на внешнем, так и внутреннем рынках даже в кризисные годы.

По указанной причине сначала ОАО «СУМЫХИМПРОМ», а позднее и ЗАО «Крымский ТИТАН» стали инициаторами и исполнителями важной задачи государственного масштаба, связанной с использованием при производстве фосфорсодержащих удобрений новых видов фосфатного сырья. Научная часть реализуемого объема работ была выполнена в основном исследованиями, проведенными Сумским государственным НИИ минеральных удобрений и пигментов (ГосНИИ МИНДИП). К решению частных и специальных вопросов в ходе достижения поставленных целей работы привлекались сотрудники ряда отраслевых НИИ Украины и высших учебных заведений.

Была выработана общая стратегическая концепция по обеспечению агрокомплекса Украины необходимым количеством фосфорсодержащих удобрений расширенного ассортимента, которая стала составной частью работы. Эта концепция включает в себя несколько основополагающих идей.

Несомненно, что в ближайшие 10-20 лет в Украине следует создать свою отрасль добычи и переработки фосфатного сырья. Для решения данного вопроса разработчики концепции видят необходимость в развертывании работ по добыче и переработке прежде всего титано-фосфатных руд Федоровского и Носачевского месторождений. По данным ГосНИИ МИНДИП, разработка руд данных месторождений будет способствовать получению высококачественного сырья не только для производства пигментной двуокиси титана, но и для отрасли минеральных удобрений.

В то же время для обеспечения текущих потребностей агрокомплекса Украины в фосфорсодержащих удобрениях на ближайшие годы необходимо изыскать альтернативные источники поставки фосфатного сырья и тем самым обеспечить работу существующих предприятий, выпускающих минеральные удобрения. Такими источниками следует считать месторождения стран Средиземноморского региона. При этом экономические и технические расчеты показали целесообразность ведения работы в двух направлениях.

Одним из направлений решения сырьевой проблемы являются закупка и завоз в Украину готовой фосфорной кислоты и ее переработка на удобрения по упрощенным технологиям.

Другим направлением является поставка сырья в традиционной форме, то есть в виде фосфоритного концентрата.

Реальным, по-видимому, является определенное сочетание указанных направлений.

Поставка фосфатного сырья в форме фосфорной кислоты во многих отношениях весьма заманчива, но анализ рыночной конъюнктуры показал, что в настоящее время такие поставки могут иметь только периодический характер. Экспорт фосфорной кислоты из стран Средиземноморского региона практически полностью стабилизировался, и он сориентирован на высокоплатежные страны Европы. Только закрепление Украины на рынках фосфатного сырья как стабильного и надежного партнера позволит ее представителям вести переговоры о создании новых целевых комплексов по производству фосфорной кислоты, например, в Алжире. Планируемое к строительству в этой стране производство фосфорной кислоты может быть сориентировано на поставку части производимой продукции в Украину.

При закупке фосфатного сырья в виде фосфоритных концентратов Украине легче вписаться в схему современного рынка этого сектора мировой экономики. Поставки сырья в такой форме доступнее и, как показала практика, реальнее.

Для переориентации отрасли минудобрений на использование нового вида фосфатного сырья были проведены серьезные предварительные экономическо-технологические исследования и расчеты.

Вместо огульного отрицания целесообразности и возможности применения в Украине фосфоритов Средиземноморского региона был выработан рациональный подход к решению проблем, связанных с переработкой указанных фосфоритов.

В частности, программа перевода производства суперфосфата на использование нового вида сырья, разработанная на ОАО «СУМХИМПРОМ», предусматривала комплексную подготовку этого производства и предприятия в целом к приему и переработке опытной партии алжирских фосфоритов.

В ходе предварительных научно-исследовательских работ, предусмотренных программой, решались не только чисто технологические проблемы, связанные с особенностью переработки нового вида фосфатного сырья, но и с привлечением отраслевых институтов МОЗ Украины изучались и решались вопросы экологии и санитарной гигиены.

Впервые на территории стран СНГ были введены ограничительные нормативы по содержанию в фосфатном сырье примесей соединений ряда тяжелых элементов (свинца, кадмия, мышьяка). Был также нормирован уровень эффективной радиоактивности сырья, определяемый наличием в нем примесей естественных радионуклидов. За основу нормирования значений указанных показателей были взяты нормативы стран ЕС.

Успешная переработка в 1997 году опытной партии фосфоритов на суперфосфат позволила получить весомые аргументы в пользу экономической целесообразности ведения дальнейшей работы в выбранном направлении решения сырьевой проблемы отрасли. Обозначились специфические требования к физико-химическим свойствам фосфоритов, был определен круг исследований и работ организационного порядка, которые должны сопутствовать дальнейшему продвижению фосфоритов как фосфатного сырья в отрасль минеральных удобрений.

В конечном итоге указанные требования были обобщены и учтены при разработке ТУУ 6-14005076.052 «Фосфориты зарубежные». Отечественная нормативная документация поставила заслон поставке на

предприятия Украины фосфатного сырья сомнительного качества или с повышенным содержанием экологически-контролируемых элементов.

В государственном масштабе была разработана и внедрена система контроля качества завозимого фосфатного сырья. Ни один сухогруз с фосфоритом не выгружается в портах Украины без подтверждения ГосНИИ МИНДИП сертификата груза. Обязательной стадией сертификации является выдача Заключения о соответствии состава фосфорита ограничениям по содержанию примесей экологически контролируемых элементов.

С целью расширения фронта использования фосфоритов был увеличен объем научно-исследовательских работ, направленный на оценку возможности использования новых видов фосфатного и иного вида сырья в производстве минеральных удобрений. Характерной чертой проводимых исследований являлось осуществление их в чрезвычайно сжатые сроки с последующим поэтапным внедрением положительных результатов непосредственно в производство.

Отметим, что научно-исследовательские работы технологического плана ставили своей целью не только разработку технических решений по переводу предприятий на использование альтернативного фосфатного сырья, но и в силу законов рыночной экономики направлены были на расширение ассортимента выпускаемой продукции.

При этом вопросы экологии, ресурсосбережения и энергосбережения постоянно находились в поле зрения разработчиков.

Отличительной особенностью комплекса проводимых работ является их высокая практическая результативность. Поэтапное выполнение основных целей разработок позволило не только преодолеть кризисные явления в отрасли фосфорсодержащих удобрений и интенсифицировать деятельность крупных производителей удобрений, но и серьезно ставить вопрос о целесообразности возобновления деятельности ряда других предприятий, на которых полностью приостановлен выпуск удобрений.

В ходе внедрения в промышленное производство разработок пересмотрено состояние систем и методов автоматического контроля и управления процессами, кардинально изменен подход к этой части разработок. Было принято решение, которое поэтапно реализуется, о полном переоснащении цехов современными средствами контроля и управления производств. Практически совершен скачок от морально устаревших методов управления процессами к современным с широким использованием ЭВМ. На ОАО «СУМЫХИМПРОМ» ведется широкомасштабная работа с привлечением ОАО «Укрхимпроект» по реконструкции суперфосфатного цеха с целью резкого повышения выпуска на предприятии удобрений расширенного ассортимента. Реконструкция предусматривает оптимизацию капитальных затрат на дооборудование суперфосфатного цеха и рациональное использование элементов незавершенного строительства.

Планируется, что в ближайшие 2-3 года будет организован выпуск в этом цехе высокоэффективных комплексных удобрений типа «суперагро». После завершения реконструкции в цехе воплотится идея «гибкой» технологической схемы производства, которая позволит производить до 15 видов сложных и комплексных удобрений. Важно, что реконструкцию и дооборудование цеха планируется осуществлять без его специальной остановки. Для состыковки существующих и вновь создаваемых участков цеха будут использованы простои оборудования в межсезонные периоды.

Ниже приведен ряд конкретных примеров реализации программы по обеспечению агрокомплекса Украины минеральными удобрениями расширенного ассортимента в условиях использования новых видов сырья. В примерах нами специально выделены мероприятия, решающие

так или иначе вопросы экологии и вопросы энерго – и ресурсосбережения.

Исследовательские работы в ГосНИИ МИНДИП позволили обосновать возможность выборочного использования в промышленных масштабах на существующих предприятиях Украины мелкодисперсного сырья Алжира, Туниса, Сирии. Широкие исследования были проведены по перспективе использования сырья из Марокко, Иордании и других стран. Было определено, что хотя мелкодисперсные фосфориты содержат в основном более крупные частицы, чем апатит, они вполне технологичны для переработки кислотным методом.

При использовании таких фосфоритов нет потребности в их доизмельчении и сушке. Это существенно упростило технологические схемы производства, снизило затраты на внутрицеховую доработку и транспортировку фосфатного сырья. Резко снижается количество источников выделения пыли в атмосферу.

В частности, в суперфосфатном производстве согласно выработанным рекомендациям не включается в работу оборудование с установленной мощностью электродвигателей 1560 кВт. Устранены два крупных организованных газовых выброса в атмосферу.

В то же время не рекомендовано ввозить фосфориты галечного типа из Марокко, дополнительный размол которых необходим. При использовании этого вида сырья существенно повышаются энергозатраты при переработке на удобрения.

После освоения технологии переработки фосфоритов на фосфорную кислоту был не только возобновлен выпуск качественного аммофоса, но и сделаны шаги по расширению ассортимента выпускаемой продукции. В частности, впервые в практике стран СНГ на ОАО «СУМЫХИМПРОМ» начат выпуск полноценных комплексных НРК- удобрения без введения в их состав нитратов. Производимые в настоящее время комплексные НРК-удобрения марок 14:14:14 и 15:15:15 пользуются широким спросом не только в Украине, но и за рубежом.

Важно, что процессы получения этих удобрений ведутся по бессточной технологии. Кроме того, совместно с сотрудниками Сумского государственного университета показана возможность преобразования топок данного цеха на энерготехнологические установки (ЭТУ). Переоборудование только на одной технологической линии грануляции топки на ЭТУ позволит вырабатывать до 1 МВт электроэнергии, что может обеспечить собственной электроэнергией работу порядка 60% оборудования цеха. Работа ЭТУ предусматривает, что сжигание газообразного топлива ведется в условиях получения высокотемпературного рабочего газа, приводящего в действие газотурбинную установку, которая приводит в действие электрогенератор. Отработанные газы газотурбинной установки затем используются для сушки удобрения в аппаратах ВГС. Современный подход к организации сжигания топлива заметно повысит эксергический коэффициент его использования.

Исходя из особенностей химического состава фосфоритов, был обоснован принцип производства нетрадиционных форм удобрений по технологиям, в основе которых лежат бескислотый и малокислотный методы переработки фосфатного сырья. В указанных технологиях используется одна специфическая особенность фосфоритов. Дело в том, что фосфориты ряда месторождений Средиземноморского региона, в отличие от апатита Кольского полуострова, имеют достаточно высокую долю фосфора в усвояемой для растений форме и по своим свойствам напоминают геологически молодые фосфориты Брянского месторождения.

Это делает фосфориты Средиземноморского региона перспективными для непосредственного внесения в почву в виде фосфоритной муки как дешевой формы удобрения. Однако традиционный товарный вид такого удобрения - это весьма тонкодисперсный порошок. Транспортировка и внесение в почву фосфорита в таком виде сопровождаются большими механическими потерями. Кроме того, для порошкообразного удобрения крайне неэффективно использовать средства механизации, предназначенные для внесения в почву гранулированных удобрений.

На ОАО «СУМЫХИМПРОМ» совместно ГосНИИ МИНДИП разработана и внедрена технология грануляции порошкообразного фосфорита с применением различного вида пластификаторов. Полученные удобрения прошли успешные полевые испытания в НИИ почвоведения и агрохимии УААН. Налажен выпуск таких удобрений под товарным наименованием «гранфос». Практика использования такого удобрения подтвердила его достаточную эффективность. «Гранфос» особенно целесообразно использовать на кислых почвах, так как его внесение способствует снижению кислотности.

Близким по свойствам к «гранфосу» является NP-удобрение «азофосфер» марки 7:14, технология получения которого была воспроизведена в промышленных масштабах, а само удобрение испытано в полевых опытах. Это удобрение является примером вовлечения в технологию получения минеральных удобрений отхода производства. Удобрение формируется из фосфорита и отхода производства двуокиси титана – закисленного железного купороса. Отход производства нейтрализуется аммиачной водой, а затем смешивается и гранулируется совместно с фосфоритом. Крупномасштабные полевые испытания такого удобрения открывают перспективу для создания специального производства на основе ранее законсервированных линий грануляции и сушки простого суперфосфата на ОАО «СУМЫХИМПРОМ». Выполненные расчеты показывают, что при производстве «азофосфера» можно полностью утилизировать свежееобразующийся одноводный сульфат железа.

Принципиально иной подход был предложен при получении из фосфоритов суперфосфата камерным методом для Винницкого химзавода. Исследования показали, что невозможно получать простой суперфосфат по традиционной технологии из мелкодисперсного фосфорита без проведения более тонкого его домола до частиц менее 0,07мм. Была научно обоснована и экспериментально подтверждена новая ресурсосберегающая технология, которая затем была рекомендована предприятию. Эта технология создает возможность получения фосфорного удобрения типа суперфосфат без строительства установки размола фосфорита. Технология предполагает обработку фосфорита концентрированной серной кислотой (92-94 % H_2SO_4) при снижении расхода серной кислоты на 36-42% по сравнению с известной технологией. В результате реализации новой технологии получается дешевый продукт с оптимизированным соотношением водорастворимых и цитраторастворимых форм фосфора.

Помимо экономии серной кислоты достоинством технологии является ее высокая экологичность. Лабораторными исследованиями, которые затем были подтверждены практикой работы цеха, показано, что нет необходимости вызревания суперфосфата в шатровых складах в течение 2-3 недель. Камерный суперфосфат целесообразно сразу направлять на грануляцию. Таким образом, предложенная технология предотвращает неорганизованные выбросы фтора в атмосферу, характерные при складском дозревании суперфосфата.

Такой вариант технологии был особенно перспективен для Винницкого химзавода, так как предприятие расположено в черте города. По данной

технологии в 2001г после переоборудования узла смешения сырья было переработано 17,47 тыс.т фосфорита и выпущено 21,56 тыс. т удобрения. При этом расход серной кислоты был снижен с 362 кг до 209 кг на 1 т удобрения в натуре.

В период наибольшего спада производства фосфорсодержащих удобрений перед такими предприятиями, как ОАО «СУМЫХИМПРОМ» и ЗАО «Крымский ТИТАН» возникла серьезная экономическо-экологическая проблема, связанная с необходимостью утилизации гидролизной серной кислоты – побочного продукта пигментной двуокиси титана. Как уже отмечалось ранее, оптимальное решение этой проблемы состояло в том, что указанная кислота полностью используется в производстве фосфорсодержащих удобрений.

Однако, в период прекращения поставок фосфатного сырья производство минеральных удобрений на указанных предприятиях прекращалось. Чтобы не остановить производство двуокиси титана гидролизную кислоту приходилось обезвреживать известковым молоком, а продукт обезвреживания отправлять на шламонакопитель. По данным ОАО «СУМЫХИМПРОМ», на обезвреживание гидролизной кислоты только в апреле 1998 г израсходовано около 200 тыс. грн. С целью предотвращения экономического и экологического ущерба для данных предприятий при участии ГосНИИ МИНДИП разработаны и внедрены технологии получения сульфата аммония на основе гидролизной серной кислоты.

Особенностью разработанных технологий является то, что впервые на территории Украины сульфат аммония стал выпускаться в гранулированном виде с размером гранул 1-4 мм. В отличие от кристаллического сульфата аммония, который выпускается коксохимическими заводами, гранулированный сульфат аммония не слеживается при складском хранении и его можно транспортировать в вагонах навалом. Гранулированный сульфат аммония хорошо смешивается с другими гранулированными удобрениями при производстве тукосмесей, которые не расслаиваются. Достоинства новой товарной формы сульфата аммония позволили успешно его реализовать за рубежом.

В общей сложности с 2000 г. по 2004 г. было выпущено 112 тыс.т сульфата аммония. Таким образом, предотвращена потеря около 80 тыс. т серной кислоты в пересчете на 100% H_2SO_4 . Данная технология остается актуальной и в настоящее время. Она является резервной на случай, если по объективным причинам на предприятиях прекращают выпуск фосфорсодержащих удобрений как по причине отсутствия фосфатного сырья, так и при отсутствии контрактов на реализацию фосфорсодержащих удобрений.

Одним из направлений по созданию безотходных технологий является технология получения сложных и комплексных удобрений на основе пульпы кислотного разложения фосфорита без образования фосфогипса как твердого отхода производства. На базе суперфосфатного цеха в 2005 году успешно прошла промышленную апробацию технология получения NPK-удобрения марки 5:11:11. Было наработано более 1700 т продукции. Было показано, что при хранении навалом и в упакованном виде такое удобрение не слеживается. Данное удобрение в перспективе следует рассматривать как альтернативу аммонизированному суперфосфату при обеспечении потребности в удобрениях подразделений агрокомплекса Украины.

Отметим разработку еще одной новой формы удобрения, получаемой по энергосберегающей технологии. Речь идет о так называемых «гармоничных» удобрениях. Такие удобрения перспективны для потребителя, который вносит удобрения в виде жидких растворов и

суспензий. Сущность технологии заключается в том, что приготовленные в ходе получения обычных удобрений горячие солевые растворы или суспензии заливаются в специальные контейнеры, вместимость которых может колебаться от 50 до 1000 кг. В контейнерах технологическая среда застывает, образуя транспортабельные твердые блоки с влажностью от 10 до 18%. В таком виде удобрение отгружается потребителю. Таким образом, энергозатраты, связанные с сушкой удобрения, исключаются. Экономия топлива при этом составляет 40-45 кг условного топлива на 1 т сухого вещества в удобрении. Для данного типа удобрения снижение затрат на топливо существенно превышает некоторое увеличение транспортных расходов. Новая товарная форма удобрения вполне сочетается с технологиями получения жидких удобрений. Поэтому «гармоничные» удобрения в виде блоков особенно заинтересовали потребителей ряда зарубежных стран, где развито парниковое земледелие.

Как отмечалось выше, технологическим и внедренческим работам в ходе использования новых видов сырья при производстве минеральных удобрений сопутствовали исследования экологического и санитарно-гигиенического характера.

Весьма детально изучено перераспределение экологически контролируемых элементов в технологических средах при переработке фосфоритов на фосфорную кислоту и удобрения на ее основе. Установлено, что при кислотном разложении до 80 % соединений кадмия и мышьяка извлекаются в фосфорную кислоту. В то же время извлечение свинца составляет только 40-60%.

Изучены условия миграции тяжелых элементов в растения при корневом внесении удобрения в почву. Было выявлено, что тяжелые элементы весьма прочно стратифицируются в почве, по-видимому, в форме водонерастворимых сульфидов. Колебания содержания этих соединений в сухой массе растений как в опытах на почвах с внесенным удобрением, так и в контрольных опытах находятся в пределах ошибок измерения методов анализа.

По инициативе ГосНИИ МИНДИП в настоящее время ведутся исследования по изысканию путей избирательного химического извлечения из фосфоритов вредных примесей, прежде всего кадмия, еще на стадии их обогащения фосфоритов.

Для обеспечения подконтрольности санитарно-гигиенических условий на рабочих местах при производстве удобрений из фосфоритов выработан принцип обоснования ОБУВ для фосфорита и пыли удобрений, получаемых на его основе.

В заключение отметим, что накопленные материалы по реализации разработки, нацеленной на решение проблемы обеспечения агрокомплекса Украины минеральными удобрениями с использованием новых видов фосфатного и иного сырья, позволяют достаточно оптимистично смотреть на возможности и перспективу отрасли. Уже сегодня, опираясь на опыт работы предприятий-инициаторов по использованию новых видов фосфатного сырья, на основе фосфоритов возобновил выпуск фосфорсодержащих удобрений ЗАО «Днепропетровский завод минеральных удобрений». С разработчиками концепции активно ищут контакты ряд частных фирм, которые планируют использовать местные фосфориты ряда месторождений Украины для получения малозатратных форм удобрений типа «гранфос».

Поступила в редакцию 6 декабря 2005 г.