

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Федотов Павел Сергеевич

аспирант

ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева»

Норов Андрей Михайлович

канд. техн. наук, заведующий отделом

ОАО «Научно-исследовательский институт по удобрениям
и инсектофунгицидам имени Я.В. Самойлова»

Петропавловский Игорь Александрович

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева»

г. Москва

НОВАЯ ГИБКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ СЛОЖНЫХ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ФОСФОРНО-КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация: в статье приведены основные результаты проведенных в ОАО «НИУИФ» исследований по разработке новой гибкой технологии получения серосодержащих фосфорно-калийных удобрений. Приведены основные характеристики и свойства готового продукта.

Ключевые слова: фосфорно-калийное удобрение, PKS-удобрение, вязкость.

Для сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Российской Федерации, оптимальное соотношение питательных веществ (N:P₂O₅:K₂O), вносимых в почву в виде удобрений, составляет примерно 1:1,01:0,84, однако на практике в 2000 г. оно составило 1:0,26:0,24, что явно не соответствует требованиям российского сельского хозяйства [2]. Использование фосфорно-калийных удобре-

ний может выступать реальным инструментом для покрытия дефицита фосфора и калия, однако в нашей стране в промышленном масштабе эти удобрения практически не производятся. Известны различные способы получения фосфорно-калийных удобрений, но все они либо экономически не эффективны, либо не позволяют получать продукты, по своим свойствам и качеству удовлетворяющие потребителей.

В зарубежных странах фосфорно-калийные удобрения в основном получают путем смешения готовых гранулированных односторонних фосфорных и калийных удобрений. В частности, для получения фосфорно-калийного удобрения марки 0-20-20-6S используется смесь простого и двойного суперфосфата с хлористым калием. Однако смешанные удобрения обладают рядом существенных недостатков связанных с сегрегацией и неравномерным распределением питательных веществ в смеси.

В связи с этим, в ОАО «НИУИФ» разработана новая гибкая технология получения гранулированных сложных серосодержащих фосфорно-калийных удобрений [1]. Технология подразумевает получение однородной пульпы PKS-удобрения и последующие грануляцию и сушку гранул продукта в барабанном грануляторе-сушилке (БГС).

Процесс получения PKS-удобрения заключается в нейтрализации смеси фосфорной и серной кислот карбонатом кальция с последующим введением в полученную нейтрализованную фосфатно-сульфатную пульпу хлористого калия. Данный процесс позволяет без существенных изменений технологических параметров получать широкий ассортимент марок PKS-удобрений за счет изменения соотношения исходных веществ. Также имеется возможность получения тройных NPK-удобрений. В этом случае азотсодержащий компонент вносится в нейтрализованную фосфатно-сульфатную пульпу совместно с хлористым калием.

В качестве источника фосфора используется неупаренная экстракционная фосфорная кислота (ЭФК), полученная в дигидратном режиме, в качестве источника калия – флотационный или галургический хлористый калий. Для

нейтрализации смеси кислот используется конверсионный мел, который является побочным продуктом производства NP- и NPK-удобрений на основе азотнокислотного разложения апатитового концентрата. На рисунке 1 приведена блок-схема процесса получения PKS-удобрений.



Рис. 1. Блок-схема процесса получения PKS-удобрения

Важное значение для технологии имеет вязкость нейтрализованной фосфатно-сульфатной пульпы удобрения до и после внесения хлористого калия. В связи с этим были проведены исследования по определению основных реологических свойств пульп, образующихся в процессе получения PKS-удобрений. Реологические свойства пульп изучали с использованием ротационного реометра BROOKFIELD DV-III+. Установлено, что образующиеся в процессе получения PKS-удобрений пульпы являются неньютоновскими псевдопластичными жидкостями. В работе [4] показано, что температура в интервале 60-80°C практически не оказывает влияния на вязкость пульп PKS-удобрений и что введение хлористого калия приводит к снижению вязкости нейтрализованной фосфатно-сульфатной пульпы. Изучение реологических свойств позволило подобрать оптимальные значения влажности пульп, обеспечивающие их подвижность в процессе получения удобрения. На рисунке 2 приведены значения вязкости нейтрализованной фосфатно-сульфатной пульпы удобрения марки 0-20-20-5S до (влажность 55 %) и после (влажность 45 %) внесения хлористого калия в зависимости от скорости сдвига при 80°C.

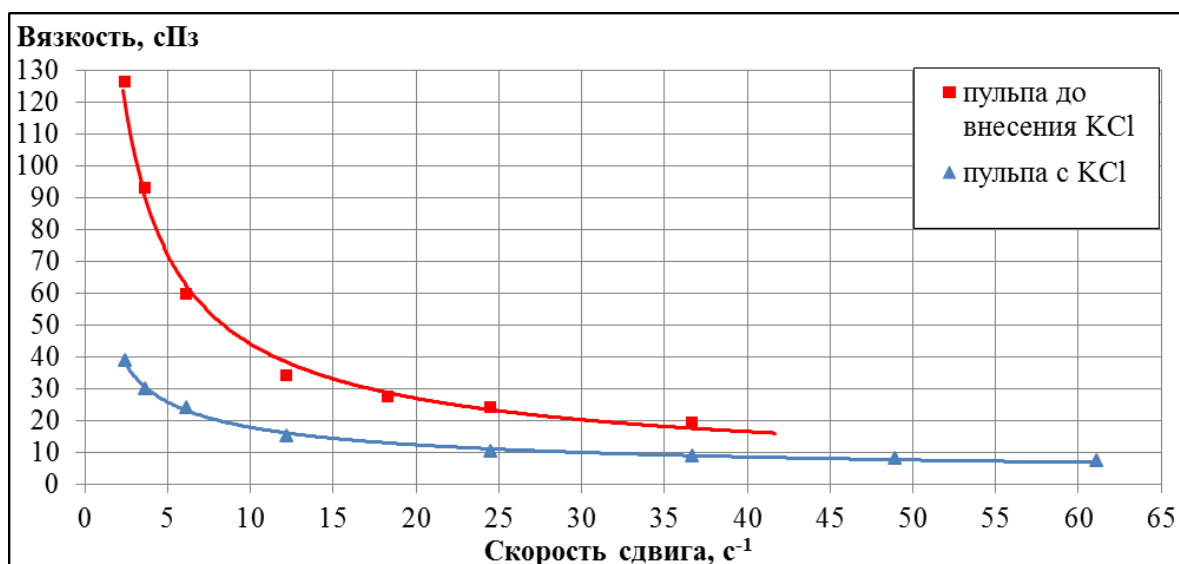


Рис. 2. Значения вязкости нейтрализованной фосфатно-сульфатной пульпы до и после внесения хлористого калия в зависимости от скорости сдвига при 80°С.

Был проведен рентгенофазовый анализ PKS-удобрений. Согласно полученным данным основными фазами готового продукта являются: монокальцийфосфат ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), дикальцийфосфат (CaHPO_4), хлорид калия (KCl), полугидрат и дигидрат сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Также в ходе проведения исследований было установлено, что с увеличением нормы конверсионного мела, подаваемого на нейтрализацию смеси кислот, происходит снижение содержания в готовом продукте фосфора в водорастворимой форме за счет увеличения содержания дикальцийфосфата. Содержание фосфора в усвояемой форме при этом практически не изменяется. На рисунке 3 представлена зависимость отношений $\text{P}_2\text{O}_{5\text{вод.}}/\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ и $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}/\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ в готовом продукте от отношения $\text{CaHPO}_4/\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

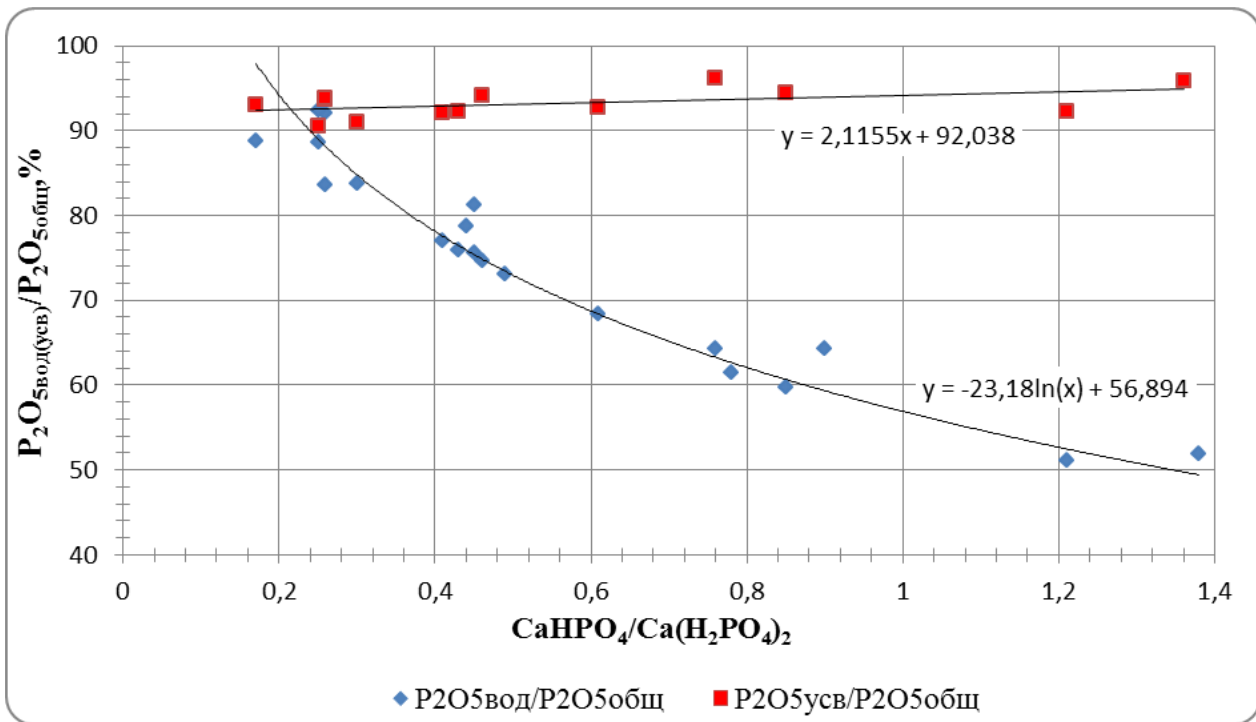


Рис. 3. Зависимость отношений $\text{P}_2\text{O}_5(\text{вод})/\text{P}_2\text{O}_5(\text{общ})$ и $\text{P}_2\text{O}_5(\text{усв})/\text{P}_2\text{O}_5(\text{общ})$ в готовом продукте от отношения $\text{CaHPO}_4/\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

Гранулы готового продукта однородны по химическому составу, имеют высокую статическую прочность (для удобрения марки 0-20-20-5S статическая прочность гранул составляет 6,0-8,0 МПа) и практически не слеживаются. Содержание фосфора в усвояемой форме составляет не менее 90 % от общего его содержания в готовом продукте.

С целью снижения себестоимости готового продукта был отработан вариант введения фосфора и серы в виде нерасфильтрованной пульпы ЭФК. Применение пульпы ЭФК позволяет частично или полностью исключить введение производственных серной и экстракционной фосфорной кислот. При этом снижаются затраты связанные с фильтрацией ЭФК и значительно сокращается расход конверсионного мела на нейтрализацию серной кислоты, поскольку сера с пульпой ЭФК поступает в виде сульфата кальция. Так, при получении PKS-удобрения марки 0-20-20-5S использование пульпы ЭФК позволяет полностью исключить введение производственной серной кислоты, а также сократить в 2,5 раза расход ЭФК и в 2 раза расход конверсионного мела.

Также, без существенных потерь качества готового продукта, технология позволяет перерабатывать различные фосфорсодержащие отходы производства минеральных удобрений и солей, например шлам от производства триполифосфата натрия, продукты нейтрализации подгипсовых вод и др.

Технология защищена патентом Российской Федерации [3], кроме этого, подана заявка на патент на технологию получения PKS-удобрений с использованием нерасфильтрованной пульпы ЭФК.

На основании проведенных исследований были выданы исходные для проектирования. На ЗАО «Метаким» был построен и введен в эксплуатацию цех по производству PKS- и NPKS-удобрений мощностью 100 тыс. тонн готового продукта в год.

Список литературы

1. Разработка технологии фосфорно-калийных удобрений с использованием карбонатов калия и кальция / А.М. Норов [и др.] // Химическая технология. – 2014. – № 2. – С. 75-79.
2. Савинская, М.Э. Перспективы развития внутреннего рынка минеральных удобрений // Проблемы прогнозирования. 2003. - № 1. - С. 69-77.
3. Способ получения фосфорно-калийного гранулированного удобрения: пат. 2514306 Рос. Федерация. № 2012144741/13; заявл. 22.10.12; опубл. 27.04.14, Бюл. - № 12. - 5 с.
4. Федотов, П.С. Изучение реологических свойств пульп в технологии PKS-удобрений / П.С. Федотов, К.Н. Овчинникова, И.А. Петропавловский // Международный Научный Институт «Educatio». 2014. - № 6. - С. 28-31.