



**Сезин Ю.А.**  
ген. директор ООО АИП «Фосфаты»  
aip.online@mail.ru



**Лыгач А.В.**  
к.т.н., ст. науч. сотрудник  
ООО «НТЦ «ИКИМСО»  
victor-gog6@yandex.ru

# РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРИРОДНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО УДОБРЕНИЯ (ФОСФОРИТНОЙ МУКИ) ИЗ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ БЫВШЕГО БРЯНСКОГО ФОСФОРИТНОГО ЗАВОДА ПОСЛЕ ГЛУБОКОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛВАКОВЫХ ФОСФОРИТОВ ПОЛПИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Выполнен комплекс НИР и ОКР по выявлению целесообразности использования содержащихся в Шламохранилище 1 фосфорсодержащих тонкодисперсных отходов Брянского фосфорного завода, полученных после глубокого обогащения желваковых фосфоритов Полпинского месторождения. Приведены результаты изучения гранулометрического, химического и минерального состава этих отходов, а также их физико-механические и технологические свойства. Разработаны технологии подготовки и добычи обводнённых шламовых отходов и их дообогащения, а также технологическая схема получения из них фосфоритной муки, содержащей более 16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, т.е. природного, экологически чистого фосфорсодержащего удобрения. Результаты этих исследований легли в основу действующего промышленного предприятия, производящего примерно 30 тыс. т фосфоритной муки различных марок.*

**Ключевые слова:** желваковые фосфориты, Полпинское месторождение, Брянский фосфорный завод, промывка, флотация, фосфоритная мука, отходы обогащения, фосфорсодержащие шламы, техногенное месторождение, вещественный состав, влажность, подготовка шламов, добыча шламов, дообогащение шламов, качественно-количественная технологическая схема, промышленное производство фосфоритной муки.

При современном уровне промышленного производства и масштабах материального потребления значение факторов полного использования и вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных минеральных ресурсов, являющихся техногенными месторождениями, имеет первостепенное значение. Это связано ещё и с тем, что решение этой проблемы обеспечит не только доизвлечение из вторичных ресурсов различных недоизвлечённых ранее из первичного минерального сырья полезных компонентов, но и улучшения экологической обстановки в соответствующих регионах, а также снижения потерь значительных отторгаемых земель.

Скопившееся в настоящее время значительные объёмы отходов от переработки различного минерального сырья, размеры занимаемых под ними площадей, а также возможность получения из них различной товарной продукции с одновременным снижением экологической нагрузки указывает на целесообразность вовлечения таких отходов в переработку. Исходя из этого большой интерес представляют многотоннажные отходы ГОКов, перерабатывающих руды горно-химического сырья, характеризующихся крупнотоннажными отходами [1, 3, 6, 5]. Такие отходы содержат не только различные полезные компоненты, которые могут быть успешно извлечены из них, но и занимая достаточно большие территории, в том числе и в различных населённых пунктах, они оказывают негативное влияние на водовоздушную их среду, а, следовательно, и на здоровье людей, проживающих в них.

Отходы горно-химических ГОКов характеризуются своим многообразием. Как правило, они образовались в процессе добычи руд и их переработки в виде вскрышных пород и различных хвостов обогащения. При этом последняя характеризуется своим многообразием. Например, в хвостах обогащения хибинской апатит-нефелиновой руды содержится, кроме недоизвлечённых из неё апатита и нефелина, в основном нефелин, титаномагнетит, сфен, эгирин и полевои шпат. Отходы переработки ракушечных фосфоритов Кингисеппского месторождения содержат, в основном, доломит, кварцевый песок и недоизвлечённый фосфат. Что касается желваковых фосфоритов наиболее крупных Егорьевского, Верхнекамского и Полпинского месторождений, то их технологические хвосты, в основном, представлены глауконитом, кварцевым песком, оксидами железа и недоизвлечённым фосфатом. При этом, в отличие от Егорьевских и Верхнекамских отходов, хвосты обогащения Полпинской руды представлены двумя хвостохранилищами, одно из которых является крупнотоннажными отходами от промывки руды и хвостами флотации

её тонкоизмельчённой фракции, а второе – тонкодисперсными фосфорсодержащими шламами, получаемыми в процессах обезвоживания флотоконцентрата (сливы сгустители) и от обеспыливания отходящих газов сушильных барабанов.

Все перечисленные выше многотоннажные отходы горно-химических ГОКов представляют собой техногенные месторождения, содержащие различные ценные минералы, которые могут быть в перспективе извлечены и использованы в различных отраслях промышленности. В настоящее время разработаны малоотходные технологии глубокого обогащения вышеуказанных руд и их отходов с получением из них не только различных концентратов, но и после химического разложения некоторых из них и различной конечной товарной продукции [4, 5, 6]. Однако, из-за низкого качества и потребности в последних, а, следовательно, из-за отсутствия рынка их сбыта, практически все техногенные месторождения от переработки руд горно-химического сырья до настоящего времени не осваиваются, занимая достаточно большие территории плодородной земли. Поэтому решение вопросов качества и рынка сбыта получаемых из руд горно-химического сырья попутных концентратов, а из них и различных полезных компонентов, является основным для вовлечения в промышленное освоение соответствующих техногенных месторождений. В этом аспекте наиболее подготовленным к промышленному освоению являются отходы одного из указанных выше техногенных месторождений, образованных после обогащения желваковых фосфоритных руд Полпинского месторождения, а именно, сильно обводнённые тонкодисперсные фосфоритные шламы, содержащие свыше 16%  $P_2O_5$  и строительные пески.

История образования Полпинских техногенных фосфорсодержащих месторождений связана с деятельностью бывшего Брянского фосфоритного завода, перерабатывающего с 1956 г. бедные фосфором желваковые руды Полпинского месторождения. В основе технологии обогащения таких руд были первичная промывка и классификация по классу 0,5 мм исходной руды с извлечением из неё сначала мытой крупнозернистой фосфорсодержащей фракции (+0,5мм), содержащей примерно 16%  $P_2O_5$  с последующим тонким измельчением последней и флотацией из неё фосфата с получением сначала флотационного фосфорсодержащего концентрата, содержащего 20-22%  $P_2O_5$ , а после его обезвоживания путём сгущения радиальных сгустителей и сушки в сушильных барабанах тонкоизмельчённой фосфоритной муки, представляющей собой дешёвое простейшее экологически чистое фосфорсодержащее удобрение пролонгированного действия [7].



В соответствии с технологическим регламентом производство флотационной фосфоритной муки на бывшем обогатительном производстве Брянского фосзавода, отходами его являлись технологические хвосты рудомойки, содержащие 1,2-1,6%  $P_2O_5$  и флотации, содержащие 2,5-3,0%  $P_2O_5$ , а также технологические потери, представляющие собой, во-первых, шламы, присутствующие в сливах сгустителей и содержащие примерно 20%  $P_2O_5$  и 15-20 г/л твёрдого, а во-вторых, пылезернистую фракцию, содержащую также примерно 20%  $P_2O_5$ , выделенную в процессе обеспыливания отходящих газов и сушильных барабанов. Первоначально все, как технологические хвосты обогащения руды (пески), так и технологические потери (шламы), направлялись в одно хвостохранилище БФЗ, где они при укладке распределялись в соответствии со схемой их складирования.

С начала работы Брянского фосфоритного завода до его модернизации с увеличением мощности до 400 тыс. тонн, в его хвостохранилище скопилось большое количество технологических отходов (песков) и технологических потерь (фосфоритных шламов), которые заводом не использовались, и в перспективе не планировалось их использовать. После модернизации завода и увеличении его мощности изменились требования к фосфоритной муке по влаге с 3,0% до 1,5% и ситового осадка на сите 0,18мм с 20 до 10%, в результате чего в сливах сгустителей и отходящих газов сушильных барабанов увеличилось содержание твёрдого, т.е. количество потерь фосфорсодержащих шламов. Поэтому в 1978 г. заводом в связи с увеличением объёма выпуска фосфоритной муки было принято решение технологические потери (шламы), т.е. во-первых, сливы сгустителей с содержанием 20%  $P_2O_5$  и процентом твёрдого до 4,5% в объёме 320-350 м<sup>3</sup>/ч, во-вторых, сливы систем пылеулавливания в объёме 70-80 м<sup>3</sup>/ч, и в-третьих, условно-чистые воды от смыва полов направлять не на общее хвостохранилище обогатительного производства, а складировать их на специальной площадке для обезвоживания и наполнения фосфоритных шламов в специально выкопанных на территории хвостохранилища №1 трёх прудах-отстойниках, объёмом около 220 000 м<sup>3</sup>. Эта площадка для слива и накопления фосфоритных шламов впоследствии получила название шламоохранилища. Одновременно заводом проводились исследования по изучению вещественного состава и физико-механических свойств шламовых отходов, а также была сделана попытка разработать технологию производства из них фосфоритной муки. Однако систематически эти исследования заводом не производились, хотя с 1996 г. шла бессистемная самовольная добыча из хвостохранилища №1 технологических

отходов (песков) для нужд предприятий области при рекультивации земель, строительства дорог, засыпки ям и ухабов, а из шламоохранилища – технологических шламов, которые использовались при изготовлении органоминеральных удобрений. В 1996 г. обогатительная фабрика БФЗ прекратила выпуск фосфоритной муки в связи с отсутствием сбыта её сельхозпроизводителям. С тех пор шламоохранилище и оставшиеся часть хвостохранилища №1 не использовались, а их поверхность покрыта камышом и другой растительностью, а также засорена различными в виде свалок отходами.

Впервые фосфорсодержащие отходы (шламы) производства БФЗ были изучены в 2004 г. ООО ГеоНерудПроект по заявке ООО АИП «Фосфаты», имеющего лицензии на право пользования недрами с целевым назначением вовлечения в промышленное производство технологических тонкодисперсных фосфорсодержащих отходов (шламов) от обогащения руд Полпинского месторождения и очисткой земельного участка от отходов переработки фосфоритов. В результате был проведён комплекс геологоразведочных работ, заключающийся в проведении топографо-геологических исследований, бурении скважин, отборе проб, опробовании их с последующим лабораторным определением  $P_2O_5$  в шламах. По полученным данным этих исследований был составлен геологический отчёт с подсчётом запасов на участке фосфоритных шламов по состоянию на 0,1 августа 2004 г., которые были оценены и утверждены в ГКЗ в объёме 359,6 тыс. т по категории С<sub>2</sub> и содержанию  $P_2O_5$  более 16%. При этом было выявлено, что разработка техногенного месторождения тонкодисперсных фосфорсодержащих шламов на участке шламоохранилища позволит производить из них ценное экологически чистое фосфорсодержащее удобрение и освободить из-под них полезную площадь и улучшить экологическую обстановку в этом районе.

Техногенное месторождение на участке технологических фосфорсодержащих шламовых потерь от переработки желваковых фосфоритов Полпинского месторождения расположено в Володарском районе г. Брянска в непосредственной близости от промплощадки ООО АИП «Фосфаты». Это месторождение находится в благоприятных транспортно-экономических условиях. Оно образовалось, как отмечалось выше, в результате складирования и отстоя шламовых потерь обогатительной фабрики БФЗ после глубокого обогащения фосфоритной руды Полпинского месторождения. Полезными компонентами в этом техногенном месторождении являются, во-первых, тонкодисперсные фосфорсодержащие шламы, полученные после флотационного дообогащения тонкоизмельчён-

ного первичного мытого фосконцентрата в процессе его обезвоживания и обеспыливания отходящих газов сушильных барабанов, и во-вторых – кварцевый песок, ранее использованного при обвалке шламохранилища.

В настоящее время тонкодисперсные фосфорсодержащие отходы от глубокой переработки желваковых фосфоритов с участка шламохранилища используются обществом с ограниченной ответственностью ООО АИП «Фосфаты» для производства из них фосфоритной муки, т.е. простейшего природного и экологически чистого удобрения, применяемого для фосфоризации кислых почв с пролонгированным воздействием в течение 5-7 лет. Требования к такому минеральному удобрению определяются техническими условиями ТУ 2183-002-35608560-2005 «фосфоритная мука», в соответствии с которыми массовая доля в нём в пятиокси фосфора, оксида кальция и класса +018 мм составляют (в %)  $17\pm 1$ , 25-30,  $\leq 1,5$ ,  $\leq 10$  соответственно.

Для производства отвечающей вышеуказанным ТУ фосфоритной муки из шламовых фосфорсодержащих отходов бывшего БФЗ с участка техногенного месторождения (шламохранилища) ООО АИП «Фосфаты» с привлечением различных НИИ был проведён комплекс НИР и ОКР по изучению гранулометрического, химического и минерального состава таких шламов, и их физико-механических свойств, а также разработке рациональной технологии их дообогащения с получением фосмуки, пригодной для использования в качестве фосфорсодержащего удобрения в сельском хозяйстве.

В процессе проведения этих работ было отобрано достаточно большое количество различных по качеству и объёму проб фосфоритных шламов с различных скважин «шламохранилища». В результате изучения их вещественного состава, физико-механических и технологических свойств, была установлена пригодность шламовых отходов для получения фосфоритной муки требуемого качества, а также разработана технология её дообогащения.

Так как основные требования к фосфоритным шламам в отношении их пригодности в производстве кондиционной фосфоритной муки, в первую очередь, сводилось к изучению вышеуказанных параметров, то именно им при этих исследованиях и было уделено наибольшее внимание, т.к. от этого зависела технология дообогащения технологических фосфоритных шламов.

Результатами этих исследований показано, что отобранные для технологического изучения пробы фосфорсодержащих шламов с техногенного месторождения, в основном, состоят из 35-45% фосфата, 27-41% кварца и 12-15% глауконита. Количество же полезного компонента в изучае-

мых шламах по пробам в залеже, т.е. содержание пятиокси фосфора в «шламохранилище» колеблется в пределах от 14,78 до 19,0%, и в целом по отвалу находится на уровне 17,5% (таблица 1).

Полный же химический анализ технологических техногенных фосфорсодержащих шламов, выполненный по двум пробам из скважин 100 (интервал 1,5-4 м) и 133 (интервал 2,5-4 м), лабораторией ФГБУ «ЦНИИГеолнеруд» показал, что в них содержится ( в %) от 3,53 до 15,98  $P_2O_5$ ; от 33,9 до 67,65 SiO<sub>2</sub>; от 1,57 до 5,26 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; от 0,52 до 2,2 F; от 0,67 до 0,75 FeO; от 1,71 до 2,84 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; от 10,07 до 34,2 CaO; от 0,48 до 1,65 MgO; от 0,01 до 0,02 MnO; от 0,53 до 0,66 Na<sub>2</sub>O; от 0,6 до 1,91 K<sub>2</sub>O; от 3,17 до 3,96 CO<sub>2</sub>; от 0,25 до 1,90 S; от 5,358 до 7,25 П.П.П. При этом содержание в этих пробах лимонно-растворимого  $P_2O_5$  составляет до 30%, что очень важно для фосфор-минеральных удобрений.

Поскольку в фосфорсодержащем техногенном месторождении фосфоритные шламы представляют собой в основном тонкоизмельчённый фосфоритный концентрат, осаждённый из сливов обезвоживающих аппаратов обогатительной фабрики, то такие шламы характеризуются не только стабильным качеством по содержанию полезного компонента и минеральных частиц, крупнее +0,18 мм, но, как показали исследования, и более или менее равномерным их распределением на изучаемом участке «шламохранилище».

На основании выполнения значительного объёма исследований с различными по количеству, объёму и качеству проб фосфоритных шламов, отобранных с участка «шламохранилища» ООО АИП «Фосфаты» были определены следующие средние качественные характеристики последних: среднее содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по залежи 17,69%, при колебании от 14,78% до 19,30%, массовая доля класса +0,18 на сите с сеткой № 18K в среднем по залежи 1,40% при колебании от 0 до 7,6%, естественная влажность шламов в среднем 20% при колебаниях от 14,1 до 25,94%, вредные примеси присутствуют в шламах в допустимых количествах. Приведённые качественные показатели фосфоритных шламов указывают на то, что принципиально они могут быть использованы для производства фосфоритной муки согласно вышеуказанным на неё техническим условиям. Однако, несмотря на достаточно высокое содержание в фосфоритных шламовых отходах пятиокси фосфора в естественном виде такие шламы из-за высокой влажности и наличия в них достаточно большого количества органических и неорганических примесей различной крупности, не соответствуют требованиям последних, а, следовательно, без предварительного дообогащения они не могут быть использованы в ка-

**Таблица.1**  
Содержание  $P_2O_5$  в шламах

Показатели	Содержания от до, %				
	по залежи	в подсчётных блоках			
		C <sub>1</sub> -I	C <sub>1</sub> -II	C <sub>2</sub> -III	C <sub>2</sub> -IV
По пробам	14,78-19,30	14,78-18,89	16,31-19,11	14,78-19,3	16,32-19,00
По пересечениям	16,31-19,0	16,49-18,89	16,31-18,89	16,31-18,92	16,32-19,00
Среднее значение	17,69	17,72	17,65	17,57	17,77

честве фосмуки. Это объясняется тем, что после консервации «шламохранилища», во-первых, на его поверхности выросли мелкий лес, кустарники, камыш и другая мелкая растительность, а во-вторых, на некоторых его участках образовались достаточно большие стихийные свалки мусора из кирпича, металла, дерева, керамики, пластика и т.д. Кроме того, это техногенное месторождение сильно обводнено, т.к. залегают оно непосредственно на поверхности почвенного слоя, а также за счёт атмосферных осадков и воды, используемой при гидронамыве. Поэтому, для того чтобы начать добычу фосфорсодержащих шламов и их дообогащение, сначала необходимо их очистить от различных вредных примесей, осуществить отвод поверхностных и грунтовых вод от шламохранилища и подготовить, путём естественного обезвоживания шламов перед их поступлением в технологический процесс. Всё это указывает на то, что для получения из фосфорсодержащих шламов фосфоритной муки требуемого качества необходима разработка технологии добычи обводнённых фосфорсодержащих шламов из шламохранилища и технологической схемы их обогащения.

Для того, чтобы начать добычу и переработку шламовых отходов, сначала необходимо очистить их от органических и неорганических примесей, а также произвести отвод поверхностных и грунтовых вод от шламохранилища. Исходя из этих предпосылок ООО АИП «Фосфаты» был подготовлен рабочий проект добычи фосфоритных шламов с участка их складирования и его рекультивации [2]. В соответствии с этим проектом, разработку участка шламохранилища, предусматривалось вести одним добычным уступом с селективной выемкой шламов и песков и переэкскавацией их в навалы для естественного выветривания и обезвоживания с последующей перевозкой шламов из навалов на промплощадку обогатительного производства для переработки с получением из них фосфоритной муки. В соответствии с ТУ 2188-002-35608560-2005 «мука фосфоритная». Реализация же песка осуществлялась на карьере.

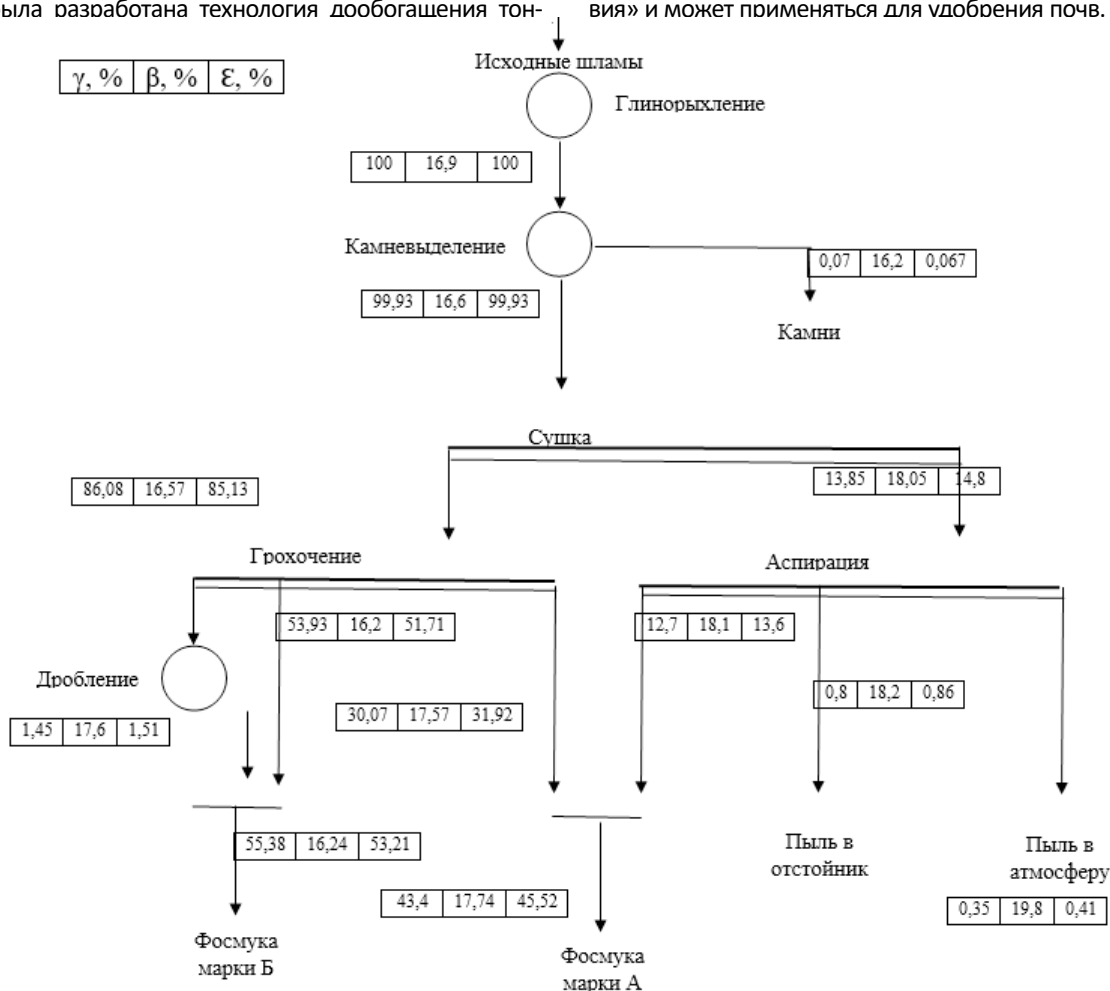
Выемка шламов с влажностью от 40 до 70% осуществляется шагающим экскаватором в навалы с последующей их многократной переэкскавацией в другие навалы с целью максимально

возможного их выветривания и обезвоживания естественным способом. Высота обводнённого навала со шламами в среднем составляет 5 метров. Однако, из-за большого в нём количества воды, шламы в нём растекаются, и высота навала из таких шламов снижается до 2-2,5 метров. Для доведения влажности шламов в навалах до 20-30%, как правило, осуществляется 3-х кратная перекидка навалов экскаватором и ворошение шламов в них бульдозером или погрузчиком. При этом снимается просохший верхний слой навала (0,2-0,3 м), после чего формируется новый навал. Через месяц снимается следующий просохший слой и т.д. Погрузка и доставка просушенных шламов на дообогащение осуществляется погрузчиком и автомобильным транспортом соответственно, причём интенсивность погрузки просушенных шламов и доставка их на промплощадку обогатительного производства определяется сезонностью с более интенсивной в весенне-летний период. Для успешной реализации добычных работ в процессе освоения фосфорсодержащего техногенного месторождения, предварительно были успешно решены вопросы водоотведения со шламохранилища и зачистка добычных уступов от растительности и различного мусора. С этой целью для защиты карьера от поверхностных вод и осушения площадки для складирования добычных шламов были подготовлены водоотводные каналы, глубиной не более 5 м и шириной от 20 до 25 метров, протяжённостью примерно 3 км с уклоном в сторону водосборного колодца, глубиной 4 м, из которого вода сбрасывается в систему водоёмов города. Кроме того, вдоль постоянных и временных дорог предусмотрены кюветы и отводные каналы, которые позволяют отвести поверхностные воды от карьера и проезжей части. В результате эта вода поступает в общий водосборник, где она осветляется и через водосбросный колодец также сбрасывается в систему водоёмов города. Очистка водоотводных канав и водосборника от ила и наносов по мере надобности, но не реже двух раз за сезон весной и осенью. Что касается зачистки добычных уступов, то эти работы осуществляются только в весенне-летний сезон с использованием бульдозера и погрузчика, с помощью которых собранная порода складировалась за участком добычи.

Из приведённых данных вещественного состава фосфорсодержащих шламов в отвалах технологического месторождения на участке «шламохранилище» следует, что из-за высокой влажности и наличия в них достаточно большого количества органических и неорганических примесей, такие шламы, несмотря на достаточно высокое содержание в них  $P_2O_5$ , не соответствуют требованиям Технических условий и маркам фосфоритной муки. Не соответствуют этим ТУ шламовые отходы после их обезвоживания и очистки от различных примесей. В связи с этим без предварительного обогащения вышеуказанные фосфорсодержащие шламы в естественном виде не могут быть использованы в качестве фосфорсодержащего удобрения.

С целью выявления целесообразности вовлечения техногенных фосфорсодержащих шламов в переработку ООО АИП «Фосфаты» были проведены соответствующие исследования по изучению технологических свойств и обогатимости такого техногенного сырья. В результате таких исследований была разработана технология дообогащения тон-

кодисперсных фосфорсодержащих отходов производства бывшего БФЗ, качественно-количественная схема которой представлена на **рис. 1**. Эта технология была проверена с положительными результатами не только в производственной лаборатории ООО «АИП «Фосфаты», но и на полупромышленной установке этого предприятия в непрерывных условиях. Эти работы показали, что путём дообогащения лежалых тонкодисперсных фосфорсодержащих шламов возможно получение из них простейшего экологически чистого в виде не пылящей фосфорсодержащей муки – фосфорсодержащего минерального удобрения двух марок А и Б, отвечающих всем требованиям для них Техническими условиями. Опытные образцы такой обогащённой фосфоритной муки прошли технологические испытания в ФГБУ «Брянскагрохимрадиология» и в Центральной лаборатории ФГБОУ «Брянский Государственный Университет». Все эти исследования показали, что испытанные образцы фосфоритной муки соответствуют вышеуказанным Техническим условиям «Мука фосфоритовая. Технические условия» и может применяться для удобрения почв.



**Рис. 1**  
 Качественно-количественная технологическая схема дообогащения фосфорсодержащих шламов с получением фосфоритной муки

В основу разработанной технологии дообогащения лежалых тонкодисперсных фосфорсодержащих отходов переработки желваковых фосфоритов Полпинского месторождения положены: предварительное естественное обезвоживание их в течение ~5 месяцев до влажности ~20% на специальной для этого промплощадке; затем после глинорыхлителя и камнеотделения при помощи одновалого глинорыхлителя и камневыделительных волков, соответственно они сушатся в сушильном барабане при максимальной температуре 800 градусов Цельсия до влажности примерно 1,5% с последующей их классификацией на двухдековом грохоте по классам 5 мм и 0,5 мм с доизмельчением материала крупнее 5 мм, после чего получают два кондиционных товарных продукта: непылящая фосмука крупностью -5+0,5мм (марка Б) и слабопылящая фосмука крупностью -0,5мм (марка А). По такой технологии на промышленном предприятии бывшего БФЗ был создан производственный участок по производству 12-13 тонн в час фосфоритной муки, на котором не только корректировались и отрабатывались технологические её параметры, но и нарабатывались опытные партии фосфоритной муки различных марок.

Результаты выполненных ООО «АИП «Фосфаты» и целого ряда других специализированных организаций исследований по изучению вещественного состава и обогатимости тонкоди-

сперсных фосфорсодержащих отходов с участка шламохранилище, а также результаты разработки технологии их дообогащения и технологического опробования полученной при этом кондиционной фосмуки различных марок, легли в основу технологического регламента производства муки фосфоритной, отчёта с подсчётом запасов на участке «шламохранилище», ТЭО временных разведочных кондиций и, в итоге создание на промплощадке бывшего Брянского фосфоритного завода в настоящее время успешно действующего промышленного предприятия, осуществляющего из шламохранилища добычу фосфорсодержащих шламов и дообогащения их с получением до 30 тыс. т >17% по P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> фосфоритной муки различных марок. При этом само производство фосфоритной муки на этом предприятии базируется на положительном опыте работы обогатительной фабрики бывших БФЗ, а также на простом и надёжном обогатительном оборудовании.

Получаемая на этом предприятии фосмука, в зависимости от марки фасуется в мягкие контейнеры (Биг-Беги) весом 800 кг или 940 кг, либо системой конвейеров подаётся на склад готовой продукции, а именно в силосные банки, оборудованные пневмозагрузочными устройствами, из которых фосмука загружается навалом в автомобильный транспорт или железнодорожные вагоны. <sup>(XXI)</sup>

#### Литература

1. Блисковский В.З. «Вещественный состав и обогатимость фосфоритных руд.» М. Недра, 1983. с. 198
2. Бельский Г.Г. и др. «Методы борьбы с эрозией нарушенных земель.» Обзорная информация. Серия горно-химическая промышленность. М. НИИТЭХИМ 1983. с.42
3. Классен В.И. «Обогащение руд.» М. Недра 1979. с. 237
4. Равич Б.М., Окладников В.П., Лыгач В.Н. «Комплексное использование сырья и отходов.» М. Химия. 1988. с. 161-258
5. Ротобильская Л.Д., Лыгач В.Н. «Современное состояние и перспективы комплексного использования горно-химических руд.» Обзорная информация. Серия горно-химическая промышленность. М. НИИТЭХИМ 1982. с. 51
6. Ротобильская Л.Д., Бойко Н.Н., Кожевников А.О. «Обогащение фосфатных руд.» М. Недра. 1979. с. 259
7. Набиулин Ю.Н. «Производство и применение фосфоритной муки». Обзорная информация. Серия горно-химическая промышленность. М. НИИТЭХИМ, 1971. с.40

UDC 622.7

**Yu. A. Sezin**, General Director of LLC AIP «phosphates», aip.online@mail.ru

**A.V. Ligach**, Candidate of Technical Sciences, art. sci. Employee of LLC «STC «IKIMSO», victor-gog6@yandex.ru

## DEVELOPMENT AND INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF NATURAL ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FERTILIZER (PHOSPHOROUS FLOUR) FROM FINELY DISPERSED PHOSPHORUS-CONTAINING TECHNOLOGICAL WASTE OF THE FORMER BRYANSKY PHOSPHORITE PLANT AFTER DEEP ENRICHMENT OF THE ZHELVAK PHOSPHORITES OF THE POLPINSKY DEPOSIT

**Abstract:** A complex of GDR and ROC was carried out to identify the feasibility of using phosphorus-containing fine-dispersed wastes of the Bryansk phosphorus plant contained in the sludge storage 1, obtained after deep enrichment of the zhelvak phosphorites of the Polpinskoye deposit. The results of studying the granulometric, chemical and mineral composition of these wastes, as well as their physicochemical and technological properties are presented. Technologies have been developed for the preparation and extraction of watered sludge waste and their enrichment, as well as a technological scheme for obtaining from them phosphorous flour containing more than 16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, that is, natural, environmentally friendly phosphorus-containing fertilizer. The results of these studies formed the basis of an operating industrial enterprise producing approximately 30 thousand tons of phosphorous flour of various brands.

**Keywords:** zhelvak phosphorites, Polpinskoye deposit, Bryansk phosphorus plant, washing, flotation, phosphorous flour, enrichment waste, phosphorus-containing sludge, technogenic deposit, material composition, humidity, sludge preparation, sludge extraction, sludge enrichment, qualitative and quantitative technological scheme, industrial production of phosphorite flour.