

ФОСФОРИТЫ РАЙОНА ЛАТНЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ). ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А. В. Крайнов¹, В. В. Горюшкин²

¹Воронежский государственный университет

²ОАО «Воронежское рудоуправление»

Поступила в редакцию 01 сентября 2017 г.

Аннотация: во вскрышных породах Латненского месторождения керамических и огнеупорных глин залегает комплекс отложений общей мощностью до 80 м (пески, песчаники, мела, суглинки), которые сами по себе представляют полезные ископаемые, а экономический эффект их использования уже сопоставим с таковым основного добываемого сырья. На очереди вопрос об актуальности применения фосфоритов сеноманского яруса в качестве минерального удобрения и для подкормки скота. Проведенные опыты по их использованию привели к положительным результатам: применение латненских фосфоритов повышает урожайность ряда сельскохозяйственных культур (гречихи, кукурузы, сахарной свеклы и озимой пшеницы), а использование фосфатных кормовых добавок увеличивают продуктивность животных на 10,5%. Данные этих опытов могут быть использованы не только для действующих карьеров, но и далеко за их пределами. В ходе выполнения работ по ГДП-200 листа М-37-III (Касторное), были выделены рудные узлы развития фосфоритов и керамических глин. Анализ состояния минерально-сырьевой базы фосфоритов показал, что разработка месторождений фосфоритов, как самостоятельных не целесообразна ввиду малой мощности и низкого качества сырья. Авторы настоящей статьи предлагают сосредоточить поисковые работы на керамические глины в областях наложения рудных узлов.

Ключевые слова: фосфориты, глауконит, сеноманский ярус, гранулярный состав.

THE PHOSPHORITES OF THE LATNENSKIY DEPOSITS DISTRICT (VORONEZH REGION). IT'S APPLICATIONS

Abstract: in the overburden rocks Latnenskiy field of ceramic and refractory clays overlying complex deposits with a total capacity of up to 80 m (sand, sandstones, chalk, loam), which themselves are minerals, and the economic effect of their use is comparable to that of primary raw materials. On stage the relevance of the use of phosphates in the Cenomanian layer as fertilizers and for feeding livestock. The experiments for their use has led to positive results: the use of latnenskiy phosphate increases the yield of many agricultural crops (buckwheat, maize, sugar beet and winter wheat), and the use of phosphate feed additives that increase livestock productivity by 10,5%. Data from these experiments can be used not only for active mines but also far beyond. During the execution of works on GAEA-200 sheets M-37-III (Kastornoe), was isolated ore nodes for the development of phosphorites and ceramic clays. The analysis of a condition of mineral-raw material base of phosphate showed that the development of deposits of phosphorites as an independent not expedient due to low capacity, low quality of raw materials. The authors of this article propose to focus exploration work on ceramic clay in overlap areas of ore nodes.

Keywords: phosphorites, glauconite, cenomanian, particle size distribution.

Введение

В настоящее время на Латненском месторождении огнеупорных глин ведется добыча с глубиной залегания полезной толщи до 50 м (рис. 1). Этот факт определяет актуальность вопроса использования вскрыши на Латненском месторождении, которому посвящен ряд публикаций [1–4].

Большую работу по исследованию пород вскрыши Латненского месторождения с целью комплексного

использования провели геологи Воронежского рудоуправления [5]. В 1998 г. НИОКР (г. Губкин) проводил работы по комплексной геолого-технической оценке песков и мела, а также разработке, внедрению технологий и оборудования для многоцелевого использования минерального сырья «Воронежского РУ». В ходе работ проведена оценка возможности использования фосфоритов Латненского месторождения для производства фосфоритовой муки.

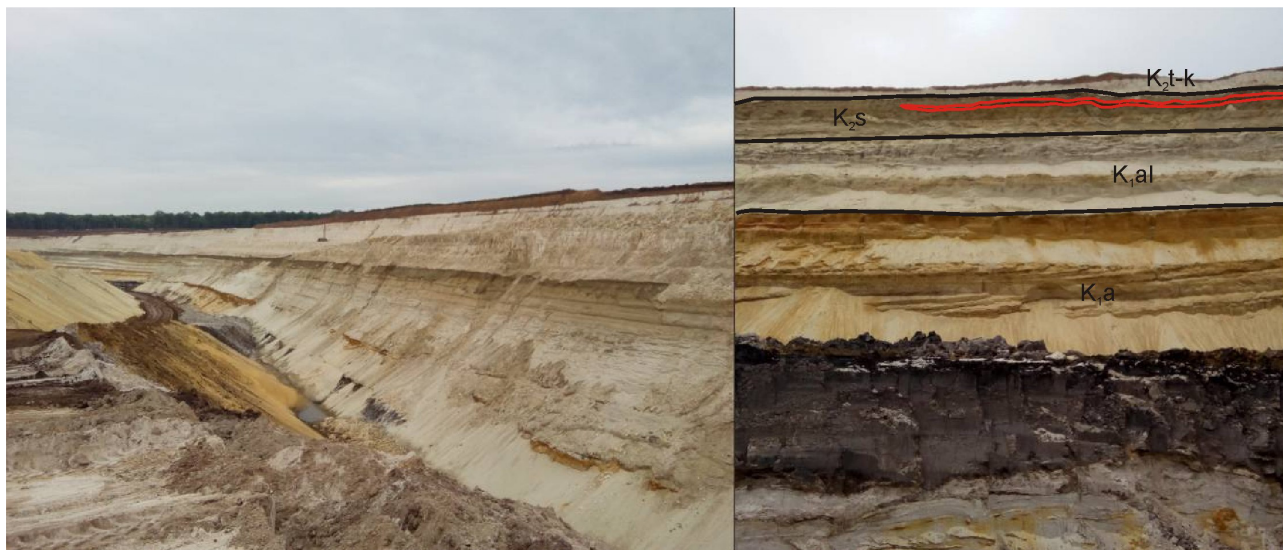


Рис. 1. Латненское месторождение огнеупорных глин. Карьер Средний. — фосфоритовая плита.

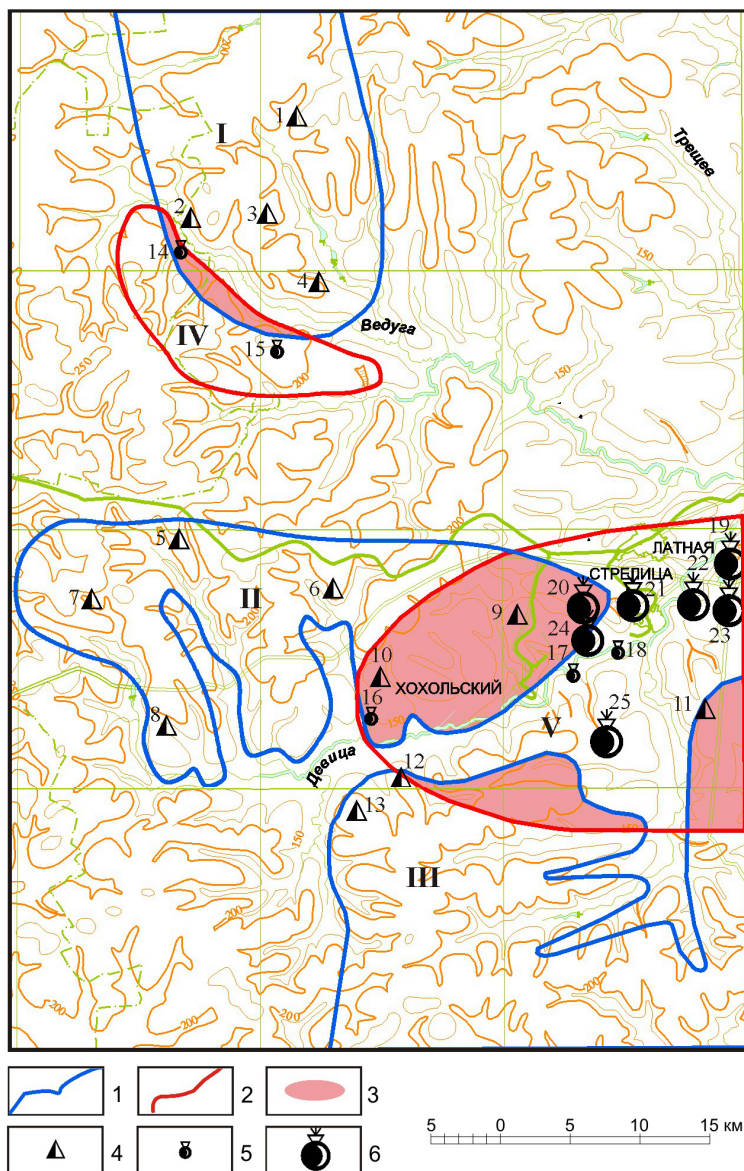


Рис. 2. Схема минерагенического районирования для фосфоритов и керамических глин района Латненского месторождения: I – рудные узлы (РУ) развития фосфоритов: I – Касторенский РУ, II – Нижнедевицкий РУ, III – Еманчинский РУ; 2 – рудные узлы (РУ) развития керамических глин: IV – Староведугский РУ, V – Латненский РУ; 3 – участки постановки поисковых работ на комплексные месторождения керамических глин и фосфоритов; 4 – месторождения фосфоритов: Новосильское (1), Горяиновское (2), Каменское (3), Староведугское (4), Новоольшанское (5), Верхнетуровское (6), Логовское (7), Боровское (8), Хохольское (9), Нижнетуровское (10), Орлов Лог (Девичское) (11), Новоматреновское (12), Россошанское (13); 5 – проявления керамических глин, выявленные при ГДП-200: Нижнедевицкое (14), Гнилушинское (15), Нижнетуровское (16), Хохольское-1 (17), Хохольское-2 (18); 6 – участки Латненского месторождения огнеупорных глин Ендов Лог (19), Стрелица Ближняя (20), Белый Колодец (21), Гремячнский (22), Белый Колодец Юго-Восточный (23), Волхоновский (24), Хохол-Дон (25).

Месторождения фосфоритов на площади листа М-37-III (Касторное) и минерагеническое районирование

В непосредственной близости от Латненского месторождения огнеупорных глин расположено 13 малых месторождений фосфоритов (рис. 2) [6, 7]. В настоящий момент месторождения на балансе не стоят, т.к. все они непромышленного типа и относятся к низкосортным. По этой причине вероятность того, что они когда-либо будут разрабатываться, как самостоятельные крайне мала.

Изучаемая территория относится к Курско-Калачской фосфоритоносной минерагенической зоне, связанной с широ-

ким развитием в сеноманских глауконитово-кварцевых песках фосфоритов желвакового (конкреционного) типа, а также к Малоархангельск-Воронежской минерагенической зоне керамических и огнеупорных глин. В пределах этих минерагенических зон при проведении ГДП-200 листа М-37-III (Касторное) нами выделены рудные узлы (РУ) развития фосфоритов (рис. 2): Касторенский, Нижнедевицкий, Еманчинский РУ и керамических и огнеупорных глин: Староведугский и Латненский РУ.

Геологическое строение Латненского месторождения неоднократно рассматривалось в ряде публикаций [8–11].

Все месторождения фосфоритов исследуемой территории имеют сходное геологическое строение. Они приурочены к пескам объединенных полпинской и дятковской свит (сеноманский ярус верхнего отдела меловой системы) и относятся к фосфоритовой терригенной желваковой формации. Мощность фосфоритовой плиты в сеноманских песках колеблется от 0,2 м до 1,0 м, в среднем – 0,5 м. Перекрываются пески мелом тускарской свиты, мергелем терепшанской свиты верхнего отдела меловой системы, а также песчано-глинистыми отложениями палеогенового и четвертичного возраста. Желваки сложены фторкарбонатпатитом, цементирующим зерна кварца, глауконита, полевых шпатов, чешуйки слюд и др. акцессорные минералы [12]. Содержание P_2O_5 в руде 6,7–17,8%, в концентрате (более 1 мм или более 4 мм) – 14,7–17,3%.

Наиболее крупным является *Хохольское месторождение* (9) расположенное севернее пос. Хохольский (см. рис. 2). Полезная толща представлена фосфоритовой плитой и сопутствующими ей подплитными и надплитными желваковыми горизонтами. Наиболее высокая концентрация желваков наблюдается вблизи плиты, при удалении от нее количество и размеры желваков уменьшаются. Фосфоритовая плита представляет собой сплошную массу из крепко сцементированных фосфатным материалом песчаных желваков. Поверхность плиты неровная, покрыта коркой буро-красного или черного цвета. Нижняя часть плиты состоит из крепко сцементированных желваков фосфорита, которые в виде гроздевидных сталактитоподобных сростков заходят в подплитный горизонт, в котором конкреции размещаются разобщено в массе глауконитово-кварцевого песка. Средняя мощность плиты 0,48 м. Продуктивность – 633 кг/м², среднее содержание P_2O_5 в исходной руде – 6,77%. Глубина залегания полезной толщи от 5,0 до 27,0 м. Вскрышные породы представлены песчаным мелом и белым писчим мелом туронского яруса, песчано-глинистыми отложениями палеогена и суглинками четвертичного возраста. Утвержденные запасы по категории C_1 8319 тыс.т, по C_2 авторские запасы составляют 17109 тыс.т [6, 7].

Фосфориты Латненского месторождения

В пределах Латненского месторождения фосфориты развиты повсеместно за исключением участков

Стрелица Ближняя и западной части участка Стрелица Дальняя, где отложения сеномана размыты.

В нижней части сеноманского яруса в пределах Латненского месторождения развиты зеленовато-серые мелкозернистые глауконитово-кварцевые пески мощностью 0,9–3,6 м. Они сменяются грязно-серыми, запесоченными глауконитовыми глинами мощностью от 0,4 м до 0,9 м, в редких случаях до 2,5 м. В этих глинах иногда отмечаются тонкие прослои фосфоритов мощностью до 0,1 м. Выше залегают зеленовато-серые, мелкозернистые, глинистые, глауконитово-кварцевые пески мощностью до 7,0 м, обогащенные желваками фосфоритов в кровельной части. Венчает разрез сеномана слой запесоченного мела (до 1,2 м) с множеством обломков раковин моллюсков, желваков фосфоритов выделенный под названием «сурка».

В верхней части среди песков обычно отмечаются от 1 до 4 фосфоритовых слоя мощностью от 10 см до 50 см. Местами фосфоритовые слои спаяны в фосфоритовую плиту мощностью до 40 см. Фосфоритовый слой представляет собой тесно сгруппированные желваки фосфоритов, в кварц-глауконитовом песке содержание желваков до 80% объема породы. Общая мощность пачки, обогащенной фосфоритами, составляет 1,5 м. Желваки фосфоритов шероховатые, неправильной формы размером 0,5–10 см, по составу относятся к песчанистому типу. Основным компонентом в них являются апатит, кварц, глауконит и незначительное количество акцессорных минералов. Содержание P_2O_5 по рядовым пробам изменяется от 7,5% до 15,0%, в т.ч. растворимого в лимонной кислоте от 2% до 7,75%.

Радиоактивность фосфоритов составляет 185–568 бк/кг. Вредные элементы отсутствуют, либо концентрируются в незначительных количествах (таблица 1).

В таблице 2 представлен гранулярный состав валовой пробы фосфоритов. Из таблицы видно, что фосфориты концентрируются во фракции более 5 мм, составляя около 65% массы всей пробы. В большем количестве фосфориты и их обломки присутствуют во фракции -5 +1 мм, но сама фракция составляет около 1% массы всей пробы.

На основании анализа, результатов исследований количественных характеристик фосфоритов Латненского месторождения, выполнена оценка пригодности фосфоритов для производства товарной продукции (таблица 3).

Поскольку содержание P_2O_5 значительно ниже требований ГОСТ из-за большого содержания кварцевого песка в составе желваков, а использование флотационных схем для обогащения с позиций экологии нежелательно, требуются дополнительные исследования обогатимости Латненских фосфоритов методами, не требующими использования химических реагентов. Например, по наиболее простой схеме путем сухого рассева предварительно измельченного материала на щековой дробилке до крупности 10–5–2 мм. Такие опыты проведены под руководством А. А. Краснова в ООО «Агроэко».

Таблица 1

Содержание микроэлементов в фосфоритах

Содержание элементов в N x 10 ⁻³ %													
Mn	Ti	V	Cr	Zr	Y	Yb	Ba	Sr	Ni	Mo	Cu	Pb	P
Участок Средний													
2, 5–30	7–30	0, 6–4	0,8–3	0–1,5	0–2	0–0,4	0–15	4–80	0,1 5–2,5	0, 1–0,3	0, 3–0,6	0, 1–0,4	150–800
Участок Белый Колодец													
7–30	1 0–15	0, 6–1,2	1–2	0–2	0–8	0	0–10	5 0–80	0,8–2,5	0,0 3–0,1	0,3 5–0,5	0,1 5–0,4	500–1000

Таблица 2

Гранулярный состав валовой пробы фосфоритов

10	1 0–5	5–2,5	2, 5–1,6	1, 6–1,0	1, 0–0,63	0,6 3–0,4	0, 4–0,315	0,31 5–0,2	0, 2–0,16	0,1 6–0,1	0, 1–0,063	0,06 3–0,05	0,05	<0,005	Сумма
фосфориты		Песчаная фракция												пыль	глинистая
57,64	7,63	0,7	0,1	0,15	0,6	1,5	4,38	2,78	2,34	6,49	6,1	0,66	0,29	8,68	100,64
Сумма по фракциям															
65,27		26,09												8,68	100,64

Таблица 3

Оценка пригодности фосфоритов для производства товарной продукции по ГОСТ 5716–74 «Мука фосфоритовая»

Наименование показателей	Содержание в фосфоритах	Требования ГОСТ 5716–74			
		1 сорт	2 сорт	3 сорт	ПДК
Fe общ, %	0,59				
Ca O, %	4,62				
Mg O, %	0,30				
Mn O, %	0,00045				
P ₂ O ₅ , %	12,15	29	23	19–21	
K ₂ O+Na ₂ O	0,49				
П. п. п.	3,53				
Массовая доля влаги, %	1,10	1,5	1,5	1,5	
Радиоактивность, Бк/ кг	18 5–568				2800
Азот общий, %	0,042				
Органические вещества, %	1,76				
pH (водяной/солевой вытяжки)	8,36/7,77				
Зольность, %	96,47				
Свинец, %	0,00022				0,001
Мышьяк, %	–				0,002
Фтор, %	–				0,02
Медь, мг/ кг	8,3/ 1,3				3,00
Цинк, мг/ кг	21,5/ 2,95				23,00
Марганец, мг/ кг	45/ 6,9				
Железо, мг/ кг	5900/ 5				
Кобальт, мг/ кг	25,3/ 1,25				5,00
Хром, мг/ кг	7,8/ нет				6,00
Кадмий, мг/ кг	0,75/ 0,15				
Свинец, мг/кг	22/ 4				5,10
Никель, мг/ кг	16,25/ 1,75				4,00
Ртуть, мг/ кг	0,18/ нет				
Остаток на сите с сеткой № 018, %		<10	<10	<10	

При дроблении фосфорита до крупности 10 мм и последующем рассеве повышенное содержание P₂O₅ (более 14%) отмечается в классе более 1 мм. При дроблении фосфорита до крупности 5 мм существенное содержания P₂O₅ (до 19%) отмечается в классе 0,1 мм. Класс -1+0,1 мм явно обедняется фосфором. Гидроклассификация дроблёных фосфоритов не проводи-

лась. Однако, учитывая опыт работы АООТ «Воронежское рудоуправление», при гидроклассификации песков можно сделать предположение, что из дроблёного до -1,0+0,1 мм фосфорита можно получить концентрат содержащий более 18% P₂O₅.

Фосфориты Латненского месторождения имеют существенную особенность – повышенную раствори-

мость в 2% лимонной кислоте, близкой по растворяющей способности к гумусовым кислотам почвы. В фосфоритах Латненского месторождения относительное содержание лимонно-растворимой P_2O_5 составляет в среднем 50%, что существенно превышает средние показатели для фосфата большинства желваковых фосфоритов (25–35%).

Эффективность действия фосфоритов на плодородие почв

В центре агрохимслужбы «Воронежский» проведены исследования эффективности действия фосфоритов Латненского месторождения на плодородие чернозёма, продуктивность и количество кукурузы, сахарной свеклы, озимой пшеницы и подсолнечника в условиях выщелоченного и обыкновенного чернозёма. Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях. Впервые в условиях Воронежской области проведена сравнительная оценка местных фосфоритов и традиционных форм минеральных удобрений.

Для выполнения этой цели из фосфоритовых отложений рудника Белый Колодец вручную отобрано 5 т желваковых фосфоритов, и раздроблено до размера частиц 0,2 мм. Фосфорит не соответствовал ГОСТ 5716–74 по содержанию общего P_2O_5 (15,2% вместо 20%) и ТУ 21–10–73 по количеству остатков на сите 0,2 мм (51,5% вместо 6%). Для доведения фосфорита до технических требований его дополнительно растерли и просеивали через сито 0,2 мм.

На основании проведенных исследований в вегетационных, полевых и производственных опытах можно сделать следующие выводы:

1. Внесение фосфорных удобрений в виде аммофоса, суперфосфата или фосфорита практически не изменяло содержание в почве гумуса, кальция и магния.

2. При внесении удобрений, как в вегетационных, так и в полевых опытах отмечается тенденция к снижению величины pH и росту гидролитической кислотности.

3. Применение мела как в чистом виде, так и в комплексе с удобрениями улучшает показатели почвенной кислотности – заметно возрастает величина pH и снижается гидролитическая кислотность.

4. Изучаемые формы фосфорных удобрений не влияли на содержание валовых и подвижных форм микроэлементов в почве.

5. Фосфорит, аммофос и суперфосфат в одинаковой мере влияли на продуктивность гречихи, кукурузы, сахарной свеклы и озимой пшеницы в вегетационных, полевых и производственных опытах на чернозёме выщелоченном. На чернозёме обыкновенном действие фосфорита на продуктивность подсолнечника не проявилось.

6. Существенных различий по содержанию в растениях азота, фосфора и калия, а также качественных показателей полученной продукции в зависимости от форм применяемых удобрений не обнаружено.

7. На основании исследований, проведенных в России, странах СНГ и за рубежом установлено, что

фосфориты следует применять на почвах с $Hg > 2,5$ мг-экв / 100 г почвы. При коэффициенте Голубева > 1 их эффективность равна действию суперфосфата при внесении одинаковых форм фосфора.

8. Для лучшего взаимодействия фосфорита с почвенной кислотностью тонина помола должна быть не менее 0,18 мм.

9. Для применения такого порошкообразного удобрения нужны специальные машины: РУП-8, АРУП-8, МТП-10, РУП-10, РУП-14. При отсутствии таких машин в хозяйствах применение фосфоритов затруднено.

Использование фосфоритов в качестве минеральной подкормки животных

Фосфор – физиологически активный и необходимый элемент для организма животных. Дефицит его в кормах составляет 40–60%. Это то количество, которое необходимо дополнительно вводить в рационы в виде подкормок. С 1990 г существует острая проблема с фосфорными добавками. В связи с этим в полном объеме встала задача поиска и разработки в регионах источников фосфорного минерального сырья для организации производства фосфорных добавок с целью применения их в качестве подкормок, а также обогащения комбикормов на комбикормовых заводах.

Для решения этой задачи изучена возможность использования фосфоритов Латненского месторождения в качестве минеральной подкормки сельскохозяйственных животных и птиц. Проведены научно-лабораторные, научно-хозяйственные опыты на лабораторных и продуктивных животных в условиях ВНИВИП-ФиТ и некоторых хозяйствах по производству молока и мяса молодняка крупного рогатого скота.

Проведено исследование острой токсичности фосфоритов на крысах. В результате установлено, что фосфориты не оказали отрицательного влияния на органы и ткани крыс.

Изучение эффективности фосфоритов в качестве минеральной подкормки для животных проведено на телятах 3–4 месячного возраста живой массой 70 кг в условиях опытной станции ВГАУ. В результате проведенных исследований установлено, что применение фосфоритов Латненского месторождения оказало положительное влияние на продуктивность телят.

За первый месяц прирост массы тела был выше в опытной группе по сравнению с контролем на 42 г, во второй месяц на 50 г и третий 33 г или на 10,8%, 15,5% и 9,0% соответственно. Применение фосфоритов телятам опытной группы не оказало отрицательного влияния на клинические показатели.

По данному направлению исследований можно предположить, что фосфориты являются носителями других минеральных веществ, оказывают заметное влияние на общие процессы обмена и особенно затрагивают обмен связанный с участием минералов, приводя их в естественный для организма баланс.

Выводы

1. Сеноманские фосфоритоносные отложения

распространены довольно широко. Залегают под писчим мелом, образуя слой мощностью от 0,2 м до 4,0 м в виде пласта глауконитовых песков с желваками фосфоритов. Концентрация желваков различна от единичных до образования фосфоритовой плиты.

2. Продуктивность в пределах Латненского месторождения огнеупорных глин 530 кг на 1 м² площади. Основная масса фосфорного материала содержится во фракции более 5 мм. Фосфоритосодержащие пески хорошо обогащаются сухим или мокрым грохотанием с образованием концентрата. Содержание P₂O₅ в желваках изменяется от 7,50 до 15%, в т.ч. растворимого в лимонной кислоте от 5,25 до 7,63%. Среднее содержание P₂O₅ 11,78%, в т.ч. растворимого 6,72%. Кроме фосфора, фосфориты содержат калий и микроэлементы.

3. Важным отличием от других фосфоритов России является отсутствие фтора, и незначительная радиоактивность. До 55% фосфатного вещества находится в лимоннорастворимой форме, что обуславливает его хорошую усвояемость растениями.

4. Опыты показывают, что применение латненских фосфоритов повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

5. Исследуемые фосфориты оказывают нормализующее влияние на основные обменные функции организма животных и приводят в естественное состояние деятельность жизненно важных формообразующих, ферментных, гармональных, буферных систем и тем самым обеспечивают продуктивное здоровье животных. Они безвредны для животных.

6. Применение обозначенных выше фосфоритов в кормлении животных повышает продуктивность в среднем на 10,5% и снижает затраты кормов на единицу продукции на 8, 5–9%.

7. Все месторождения фосфоритов территории листа М-37-III (Касторное) имеют сходное геологическое строение. Они приурочены к пескам объединенных полпинской и дятьковской свит сеноманского яруса верхнего отдела меловой системы и относятся к фосфоритовой терригенной желваковой формации. Мощность фосфоритовой плиты от 0,2 м до 1,0 м, в среднем – 0,5 м.

8. С учетом минерагенического районирования территории листа М-37-III (Касторное), авторы предлагают выделить поисковые площади на совмещении рудных узлов развития фосфоритов и керамических глин (см. рис. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кора, И. М. Песчаные породы вскрыши и возможности использования на Латненском, Лебединском, Стойленском месторождениях / И. М. Кора, А. Д. Савко, // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 14. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2003. – 94 с.
2. Савко, А. Д. Стекольные пески в аптских отложениях междуречья Дон-Ведуга / А. Д. Савко, В. П. Михин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2005. – Вып. 1. – С. 152–165.
3. Горюшкин, В. В. Меловые пески района Латненского месторождения (Воронежская область). Возможности применения / В. В. Горюшкин, А. В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2016. – Вып. 2. – С. 92–99.
4. Горюшкин, В. В. Песчаники Латненского месторождения / В. В. Горюшкин, А. В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2016. – Вып. 1. – С. 22–26.
5. Горюшкин, В. В., Михина, Р. А. Геологический отчет по результатам поисково-оценочных работ на суглинки, строительные, стекольные пески, мел, глаукониты, песчаники в Семилукском, Хохольском районах на участках «Средний», «Белый Колодец», «Стрелица Ближняя», «Стрелица Дальняя», – Воронеж, 2001 г.
6. Гулюк, Н. Ф. Отчет по поискам и поисково-оценочным работам на агросырье (фосфориты, глаукониты) в Семилукском, Хохольском, Нижнедевицком, Кантемировском, Таловском, Павловском, Подгоренском, Верхне-Мамонском, Россошанском районах; цеолитсодержащие бентонитовые глины в Бутурлиновском, Каменском, Подгоренском, Кантемировском районах Воронежской области (Лист М-37-III), ГПП "Воронежгеология", – Воронеж, 1999 г.
7. Савко, А. Д. Нерудные полезные ископаемые Черноземья / А. Д. Савко, Г. В. Холмовой, С. А. Ширшов // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 32. – Воронеж. – 2005. – 314 с.
8. Савко, А. Д. Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 12. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. – 165 с.
9. Савко, А. Д. Литология аптских отложений междуречья Дон-Ведуга-Девича / А. Д. Савко, В. П. Михин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2000. – Вып. 3 (9). – С. 56–68.
10. Савко, А. Д. Минерагения аптских отложений Воронежской антеклизы. Статья 1. Огнеупорные и керамические глины / А. Д. Савко [и др.] // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Вып. 2. – 2011 г. – С. 116–136.
11. Объяснительная записка к атласу фациальных карт Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, С. В. Мануковский, А. И. Мизин [и др.]. // Труды НИИ Геологии, Вып. 20 – Воронеж, 2004. – 107с.
12. Савко, А. Д. Фосфориты Центрально-Черноземного района / А. Д. Савко, В. И. Беляев, С. В. Мануковский. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1994. – 184 с.

Воронежский государственный университет

Крайнов Алексей Васильевич, ведущий инженер
НИИ Геологии

E-mail: aleksey_vsu_geo@mail.ru; Тел.: 8-952-548-47-72

ОАО «Воронежское рудоуправление»

Горюшкин Виктор Васильевич, главный геолог

E-mail: Victor.Goryushkin@sibelco.com

Тел.: 8 (47372) 51-368

Voronezh State University

Krainov A. V., the Master Engineer of Scientific Research
Institute of Geology

E-mail: aleksey_vsu_geo@mail.ru; Тел.: 8-952-548-47-72

Voronezhskoe Rudoupravlenie

Goryushkin V. V., Chief Geologist

E-mail: Victor.Goryushkin@sibelco.com

Тел.: 8 (47372) 51-368