



НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCE

DOI 10.22363/2312-8143-2020-21-3-197-207

УДК 552.5

Научная статья

**Современное состояние и перспективы развития
фосфатно-сырьевой базы России**

А.Ф. Георгиевский, В.М. Бугина

Российский университет дружбы народов, *Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6*

История статьи:

Поступила в редакцию: 9 апреля 2020 г.

Доработана: 25 апреля 2020 г.

Принята к публикации: 16 июля 2020 г.

Ключевые слова:

дефицит фосфора, урожайность, минеральные удобрения, экспорт, сырьевая база, фосфоритовые и апатитовые месторождения, фосфогенез, производство фосфатов, типы и запасы руд, фосфориты, фосфаты, апатиты

Аннотация. В статье анализируется состояние фосфатной сырьевой базы России и ее роль в экономическом развитии страны, в частности отечественного сельского хозяйства. Выделены проблемы, которые не позволяют создать современное мощное производство фосфатов, способное удовлетворить существующие запросы сельского хозяйства в фосфорных минеральных удобрениях. Анализируются возможные направления развития фосфорной отрасли в регионах на ближайшую и отдаленную перспективы. Цель работы – анализ современного состояния отечественной минерально-сырьевой базы для производства фосфорных минеральных удобрений, острый дефицит которых сдерживает развитие сельского хозяйства страны. Фактической базой для исследований послужили главным образом обработанные материалы специализированных научных статей и публикации в открытом доступе. Кроме того, привлекались данные, собранные авторами в ходе тридцатилетней работы по изучению фосфоритовых месторождений России и зарубежных стран. Изучены труды ведущих российских производителей фосфорной продукции, горнодобывающих компаний, баз данных специализированных федеральных и региональных геологических компаний. Установлено, что для геологических служб страны важнейшей задачей остается выявление месторождений высококачественных фосфатных руд и прежде всего в Сибири и на Дальнем Востоке России. Значительные перспективы по развитию этих регионов открывает Северный морской путь. Запланированные темпы его развития сулят уникальные возможности по экономическому освоению Таймыро-Анабарского региона, где сосредоточены огромные ресурсы апатитоносных карбонатитов Томпторского щелочного массива и Меймеча-Котуйской провинции.

Георгиевский Алексей Федорович, доцент департамента недропользования и нефтегазового дела Инженерной академии РУДН; доктор геолого-минералогических наук; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4835-760X>, eLIBRARY SPIN-код: 1308-9195; georgievskiy-af@rudn.ru

Бугина Виктория Михайловна, доцент департамента недропользования и нефтегазового дела Инженерной академии РУДН; кандидат геолого-минералогических наук; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6492-6628>, eLIBRARY SPIN-код: 8410-3861.

© Георгиевский А.Ф., Бугина В.М., 2020



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Введение

Доля фосфора в земной коре незначительна – всего 0,08 %, но по образному выражению академика А.Е. Ферсмана – это «вещество жизни и мысли». Фосфор участвует в строении клеточной ткани растений и животных. Он входит в структуру их генов, то есть отвечает за воспроизводство организмов и передачу их потомкам наследственной информации. При дефиците фосфора в почвах у растений нарушаются обменные процессы, они плохо усваивают калий и азот и не могут нормально развиваться [1]. Все три элемента жизненно важны для растений. Но для российских условий принципиальное значение имеет Р. По оценке экспертов, с учетом специфики почв России оптимальные условия для развития растений создаются при концентрациях питательных веществ триады N:P:K, близких к соотношению 1:1.5:0.9. Связь фосфора с урожайностью сельскохозяйственных культур демонстрирует рис. 1. Ежегодно, в зависимости от типа почв и выращиваемых на них культур, с каждым урожаем из почв отчуждается от 30 до 60 % фосфора, что ведет к оскудению и падению их плодородия (рис. 2).

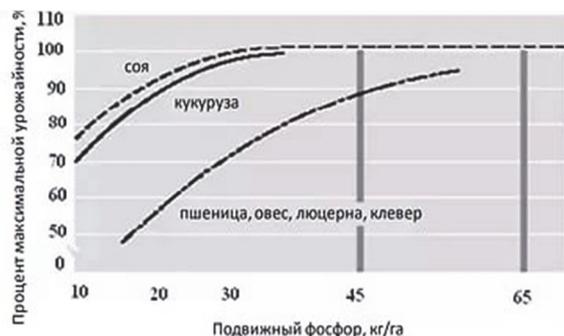


Рис. 1. Взаимосвязь между урожайностью культур и содержанием доступного Р в почве [2]

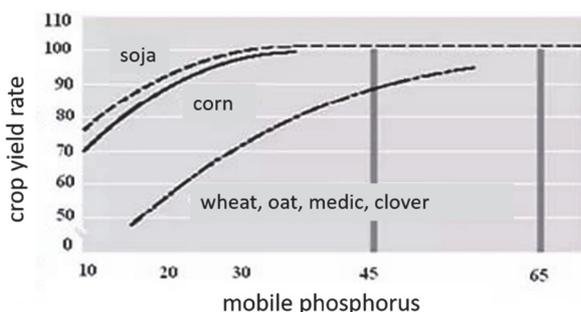


Figure 1. The relationship between crop yields and available P in soil

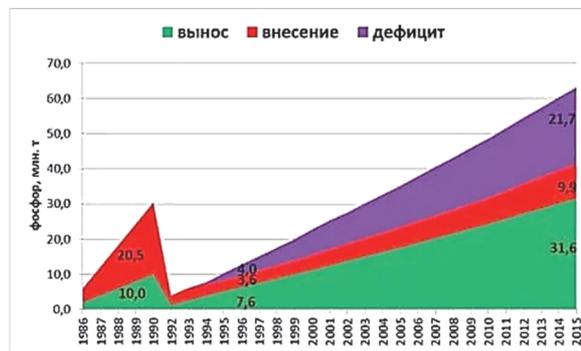


Рис. 2. Соотношение выноса Р и урожайности сельскохозяйственных культур и его внесения с удобрениями

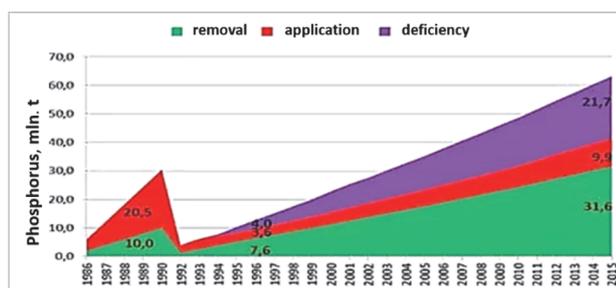


Figure 2. The ratio of the removal P and crop yields and its application with fertilizers

Естественным путем почвы не могут восстановить запасы фосфора. Для его пополнения требуется активное вмешательство человека. Он вносит удобрения в виде природных и искусственных соединений фосфора. В почвах различают минеральный и органический фосфор. Последний включен в сложную структуру органических молекул, которые формируются в ходе различных биогенных процессов. Однако даже в этом случае изначально его природа была минеральной, унаследованной от продуктов выветривания минералов фосфора. Специалистам известно 190 минералов фосфора, но более 95 % его принадлежит апатитовой группе. С генетических позиций апатитовые минералы, без учета метаморфических процессов, подразделяются на магматогенные и осадочные.

Магматогенные апатиты в промышленных масштабах главным образом сосредоточены среди нефелиновых и карбонатитовых комплексов. Осадочные апатиты в форме скрытокристаллических агрегатов образуют фосфориты. Около 85 % природных фосфатов используется для производства фосфорных удобрений. По данным Американской

геологической службы, мировые разведанные запасы фосфатов составляют 70 млрд т P_2O_5 [3]. Запасы P распределены крайне неравномерно, из них 60 % приурочены к Марокко, США и Китаю. Своеобразной фосфатной «Саудовской Аравией» является Марокко – здесь сконцентрировано более 70 % запасов высококачественных фосфоритовых руд. Названные страны являются лидерами по добыче и поставке фосфатов на мировой рынок (рис. 3). Вне конкуренции находится Китай. Ему принадлежит практически половина сырьевого рынка и рынка переработанных фосфатов (рис. 4). Россия по отмеченным показателям занимает четвертое место, ее доля в мировом балансе составляет около 5–6 %.

К крупнейшим производителям фосфатов относятся международные корпорации Марокко, США, Китая, а также российские холдинги «ФосАгро», «Агрохим» и Еврохим (рис. 5).

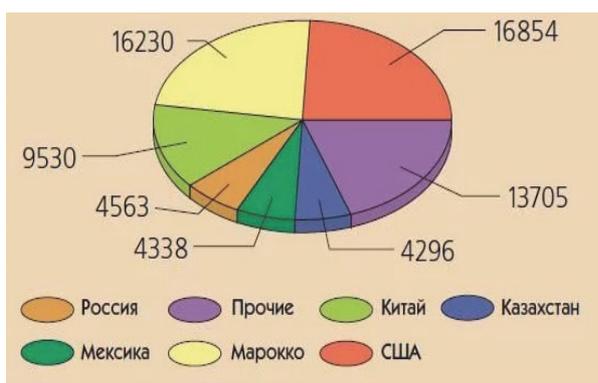


Рис. 3. Распределение запасов фосфоритов по странам, млн т P_2O_5

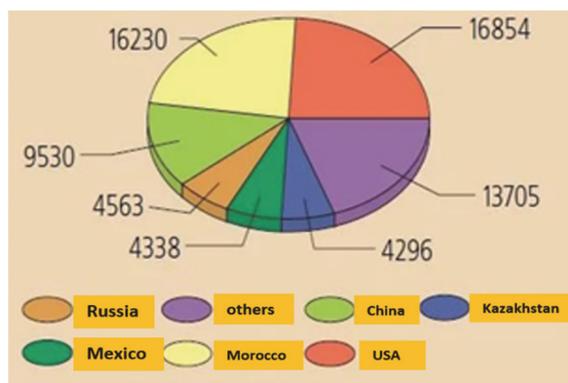


Figure 3. Phosphorites' reserves in different countries, mln tones P_2O_5

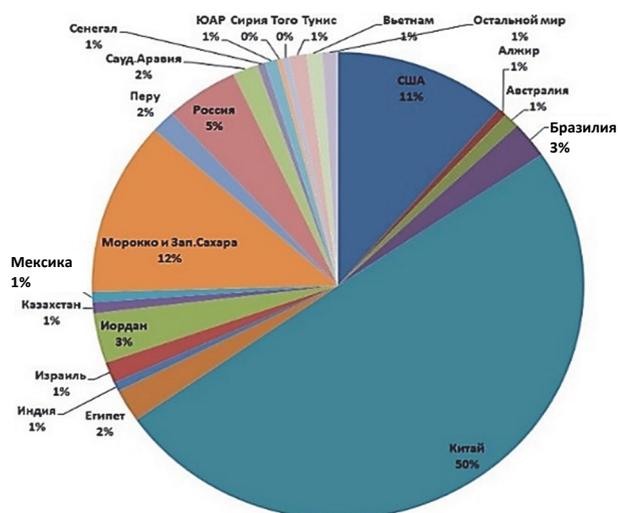


Рис. 4. Доля Китая в мировом фосфатном рынке

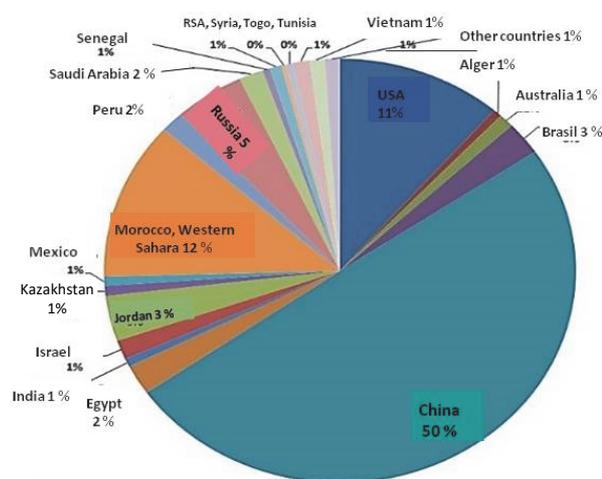
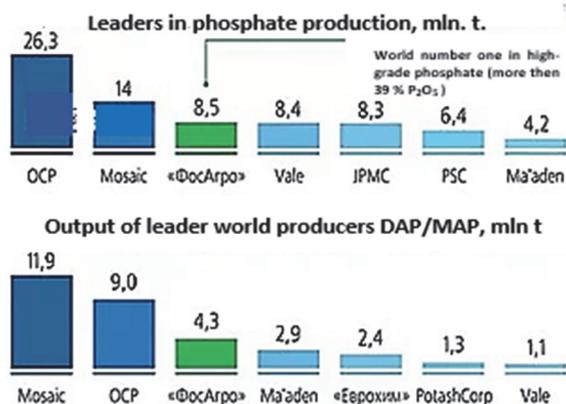


Figure 4. China's share in world phosphate market



Рис. 5. Производство удобрений и ведущие производители фосфатов



[Figure 5. Fertilizers production and leader phosphate producers]

Основные потребители и импортеры фосфатов – страны южной и восточной Азии, Латинской Америки, Западной Европы. Наконец, из приведенной графики следует, что три четверти промышленных запасов фосфора связаны с фосфоритами. Магматогенные фосфаты структуроопределяющую роль играют только для ЮАР, Бразилии, России, Швеции, Канады. За полтора столетия изучения в России фосфоритов разработаны принципы классификации этих природных образований, среди которых широкой известностью пользуется классификация А.С. Соколова [4]. В ней есть как дискуссионные, так и общепризнанные положения. Оставляя за скобками дискуссионные вещи, сосредоточим внимание на генетических типах фосфоритовых месторождений. С учетом современных данных выделяются восемь типов фосфогенеза: афанитовый, микрозернистый, зернистый, желваковый, ракушечный, галечно-зернистый, песчано-зернистый, остаточно-метасоматический. Из них промышленное или потенциально-промышленное значение имеют первые пять. Их месторождения обладают запасами более 50 млн т P_2O_5 , а доля добычи руд в мировом балансе достигает 1 %. Отличительные петрографические особенности таких руд можно видеть на рис. 6.

Отмеченные промышленные генетические типы также отличаются по формационной принадлежности, структурно-тектоническим, стратиграфическим, фациальным, литологическим, геохимическим и другим характеристикам. Подчеркнем два момента: 1) связь фосфогенеза с определенными геологическими эпохами и эволю-

ционный его характер; 2) принципиальные различия между афанитовым и более поздними типами фосфатонакопления.

В свое время Н.А. Красильникова (1967) обратила внимание на смену в геологическом времени глобального распространения разных промышленных генетических типов фосфоритовых месторождений и обозначила это явление как эволюцию фосфогенеза [5]. Развивая идею эволюционности фосфогенеза академик А.Л. Яншин (1988) выделил венд-кембрийскую и позднемеловую-раннепалеогеновую эпохи промышленного фосфатонакопления [6]. По его данным, в венд-кембрии сосредоточено более 15 % выявленных мировых запасов пятиоксида фосфора. Представлены они рудами афанитовых и микрозернистых генетических типов месторождений, которые в основном локализируются в пределах Азиатского континента. Еще более колоссальные скопления фосфора связаны с мел-палеогеновой эпохой. Здесь сконцентрировано 27 млрд т P_2O_5 , или почти 60 % от их общих запасов. Это исключительно руды месторождений зернистого генетического типа. В основном они приурочены к Аравийско-Африканской фосфоритоносной провинции. Таким образом, особого внимания заслуживает афанитовый генетический тип месторождений, поскольку именно с него в эдиакарское время на Земле начинается промышленное фосфоритообразование. Принципиальные его отличия от более поздних типов фосфогенеза связаны с палеотектоническими обстановками в фосфоритоносных бассейнах. Афанитовое фосфатонакопление было приурочено к подвижным участкам земной коры с сейсмически активным тектоническим режимом, унаследованным от доэдиакарских рифтовых структур [1; 7]. Благодаря этому такой фосфогенез протекал на фоне ускоренной седиментации, что дало возможность максимально полно проявиться диагенетической фосфатизации осадков. Следовательно, для месторождений афанитовых фосфоритов главным фактором рудной концентрации фосфора стало его диагенетическое инситу накопление. Для других типов фосфоритовых месторождений, областью формирования их руд были мало подвижные слабо прогибающиеся структуры с медленными темпами седиментации и длитель-

ными перемивами осадков [8]. Благодаря этому возникали конденсированные разрезы из многократно перемытого и сгруженного разнообразного фосфоритового материала. Иными словами, здесь,

в отличие от афанитовых фосфоритов, главным рудообразующим механизмом концентрации фосфора были седиментационные процессы длительного шлихования фосфатных осадков.



Рис. 6. Петрографические типы фосфоритовых руд
[Figure 6. Petrographic types of phosphorites' ores]

Таблица

Долевое участие промышленных типов руд в структуре фосфатно-сырьевой базы Советского Союза
[Table. Industrial ore types' share in phosphate-raw material resource base of USSR]

Промышленные типы руд [Types of industrial ores]			
Апатитовые [Apatite ores]	Фосфоритовые микрозернистые [Microgranular phosphorite ores]	Фосфоритовые желваковые [Concretionary phosphorite ores]	Фосфоритовые ракушечные Shelly phosphorite ores
48 % (высокосортные / of good quality)	36 % (удовлетворительного качества / of acceptable quality)	12 % (низкокачественные / of low quality)	4 % (низкокачественные / of low quality)
Хибины, Ковдор [Khibiny, Kovdor]	Каратау [Karatau]	Центральные регионы России [Central regions of Russia]	Прибалтийские регионы [Baltic regions]

Все сказанное напрямую имеет отношение к фосфатной проблеме России. Как уже отмечалось, доля России в мировом производстве фосфатов составляет 6 %. Однако этот факт не снижает остроты существующей проблемы. По данным Минсельхоза, в Российской Федерации ежегодное потребление фосфорных удобрений составляет не более 630 тыс. т P_2O_5 [9], в то время как по научно обоснованным нормам их вносить необходимо в два раза больше. Понятно, что такая ситуация в значительной степени связана с особенностями минерально-сырьевой базы России, которая в основном была унаследована ею от Советского Союза. Здесь необходимо вспомнить, что, несмотря на ряд негативных моментов, потенциал последней был весьма велик и позволял Советскому Союзу занимать второе место в мировой добычи и производстве фосфатов. Доле-

вое участие промышленных типов руд в структуре фосфатно-сырьевой базы Советского Союза показано в таблице.

Из сказанного следует, что на территории СССР промышленные месторождения фосфатных руд были рассредоточены неравномерно. Все они находились в европейской части России (59 %), Казахстане (36 %) и Эстонии (4 %). Гигантские пространства Сибири и Дальнего Востока не имели собственной базы для производства удобрений и целиком зависели от их поставок из европейской части страны.

К качественным рудам, пригодным для глубокой химической переработки, относились 80 % запасов фосфорного сырья СССР. Почти половина из них представлена уникальными апатитами Кольского полуострова, на базе которых создан мощный комплекс горнодобывающей промышлен-

ленности. Вторыми по значимости были руды микрозернистых фосфоритов Каратауского бассейна, ставшего вторым всесоюзным центром по добыче и производству растворимых фосфатов. Желваковые и ракушечные руды, несмотря на невысокое качество, формировали в Европейской части страны третий промышленный комплекс. Он был нацелен на выпуск дешевых удобрений из молотых фосфоритов и позволял местным аграриям меньше применять дорогие концентрированные удобрения. В целом на пике промышленного развития СССР разведанные запасы фосфатов составляли 1,3 млрд т P_2O_5 , в том числе апатитов 0,6 млрд т и фосфоритов 0,7 млрд т P_2O_5 . Производство фосфорных удобрений в стране достигло 7,1 млн т. Экспорт их не превышал 2 %. Однако даже в эти (лучшие) годы на поля вносились 30,5 кг P_2O_5 на 1 га пашни. Это в пять раз меньше, чем в странах Западной Европы, где урожай зерновых достигал 70 ц/га.

С распадом Советского Союза резко меняется структура фосфатной сырьевой базы России. После отсечения от нее казахстанских и эстонских фосфоритоносных бассейнов она практически целиком становится ориентированной на апатитовые месторождения Кольского полуострова. По состоянию Государственного баланса запасов на 2019 г. на территории Российской Федерации учтено 23 апатитовых и 38 фосфоритовых месторождений с разведанными запасами высоких категорий в объеме 714,0 и 217,0 млн т P_2O_5 соответственно [10; 11]. Однако в промышленной отработке находятся только апатитовые месторождения Хибин, а также комплексные карбонатитовые руды Ковдора. Фосфоритовые горнорудные комбинаты Европейской части России, которые в советские годы специализировались на переработке низкосортного сырья, по экономическим причинам законсервированы. Таким образом, на сегодняшний момент основу минерально-сырьевой базы страны составляют исключительно апатитовые руды Кольского полуострова. Выпускаемый здесь апатитовый концентрат содержит 39 % P_2O_5 и является лучшим в мире по качеству. Объем его добычи в последние два года превысил 5 млн т, но это лишь четвертая часть от уровня его производства в Советском Союзе. В 2019 г., по данным Росстата, в стране произведено 4,3 млн т фосфорных удобрений, но только половина из них реализована на внутреннем рын-

ке. При этом, по заключению аграриев, 85 % почв России нуждается в фосфоризации. Все сказанное обнажает наиболее острые проблемы нынешнего состояния фосфатной геологии и отраслевой фосфорной промышленности в целом. К проблемам, которые требуют скорейшего решения, относятся: 1) ориентированность фосфорной промышленности на единственный, хотя и высококачественный источник минерального (apatитового) сырья и монополизированность рынка фосфорных удобрений; 2) значительная удаленность сырьевой и производственной баз фосфатов от областей развитого сельского хозяйства; 3) отсутствие на востоке страны экономически привлекательных месторождений; 4) ориентированность агрохимических предприятий на внешний рынок в ущерб российскому потребителю; 5) недостаточный объем существующих производственных мощностей для выпуска высококонцентрированных удобрений; 6) отсутствие рентабельных технологий для переработки низкокачественных фосфоритов в растворимые удобрения. Возникает вопрос: а так ли важна рассматриваемая тема, если вот уже какой год Россия выходит на первое место в мире по экспорту зерна? Не анализируя это чудо, приведем другие цифры. Только за первое полугодие прошлого года импорт в Россию молочной продукции достиг 865 млн долл., а мяса 2 млрд долл.

Таким образом, налицо существование в стране серьезной проблемы по созданию современной кормовой базы для животноводства. И решить этот вопрос отечественные аграрии вряд ли смогут без активной фосфоризации сельскохозяйственных угодий. Итак, что имеем в итоге и какими резервами можно воспользоваться для смягчения существующей ситуации? Понятно, что конкретика ответа на этот вопрос во многом зависит от экономического состояния страны, а также от динамики мировых цен на фосфаты. Но все-таки, на что можно, а на что не нужно надеяться с геологической точки зрения? Рассмотрим ситуацию по отдельным регионам.

1. Кольский полуостров

Регион на ближайшие десятилетия сохранит свой статус главной фосфатной сырьевой базы страны. В Хибинах из десяти разведанных месторождений в эксплуатации находятся семь, где ве-

дется карьерная и подземная добыча руд. В 2019 г. было наработано 11,3 млн т апатитовых руд. Из них 10,1 млн т выпущено ОАО «Апатит» холдинга «ФосАгро», а 1,2 млн т получено на недавно построенном руднике Олений ручей группы «ОАО Акрон». В ближайших планах этой корпорации освоение Партомчоррского месторождения. Два этих факта имеют принципиальное значение. Они показывают, что на рынке апатитового сырья появился новый игрок, способный влиять на монопольную ценовую политику холдинга «ФосАгро». С другой стороны, на цены будет оказывать все большее давление активно возрастающее истощение карьерных запасов, доля которых уже сейчас сократилась до 20 %. Переориентация добычных работ на глубокие залежи ведет к дополнительным затратам и поэтому в ближайшей перспективе неизбежен рост цен на данную продукцию

Ковдорское комплексное месторождение – второй по важности объект в структуре фосфатной-сырьевой базы России. На его долю приходится 20 % добываемого апатитового концентрата. Разрабатывает месторождение ОАО «Ковдорский ГОК» – дочерняя структура компании МХК «ЕвроХим» Предприятие производит железорудный (7,9 млн т), апатитовый (3,9 млн т) и бадделейтовый (10,1 тыс т) концентраты. Долгосрочные перспективы устойчивого развития ГОКа на фосфаты определяются:

- достоверно разведанными запасами в объеме 25 млн т P_2O_5 в форме комплексных (коренных) и 7 млн т P_2O_5 в виде апатит – штафелитовых (вторичных) руд коры выветривания карбонатитов;
- высоким качеством получаемых концентратов;
- комплексным составом добываемых руд;
- разработкой месторождения сверхглубоким (800 м) карьером, что позволит перенести на 30 лет строительство дорогостоящего подземного рудника.

2. Ленинградский регион

С запада Ленинградская область примыкает к Прибалтийскому фосфоритноносному бассейну ракушечных фосфоритов. Промышленно значимым объектом является Кингисеппское месторождение, которое находится в эксплуатации

с середины прошлого века. Производственное объединение «Фосфорит» компании «ЕвроХим» проводит полный цикл освоения месторождения. Получаемый здесь концентрат содержит 28 % P_2O_5 . После смешивания с кольским апатитом готовый продукт пригоден для получения высококачественных растворимых удобрений.

По расчетам специалистов «ЕвроХим» себестоимость концентрата Кингисеппского месторождения превышает более чем в два раза себестоимость фосфатов месторождений Марокко и Туниса, что делает продукцию компании неконкурентоспособной на мировом рынке. В связи с этим эксплуатация месторождения прекращена, а производство объединения «Фосфорит» переориентировано на переработку ковдорского апатита. Надежды на возрождение интереса к ракушечным фосфоритам Кингисеппского месторождения, а также к другим окружающим его перспективным площадям, дает завершение строительства на Балтике самого большого в Европе Усть-Лугжского торгового морского порта. Полный ввод его мощностей будет способствовать росту экономической деятельности и привлечению в регион крупных инвестиций, в том числе для освоения его минеральных богатств. В частности, уже сейчас у инвесторов появился интерес к северным фосфоритоносным площадям. Однако первостепенного внимания требует Волосовская площадь с прогнозными ресурсами 190 млн т P_2O_5 семипроцентных руд [12]. Продуктивная пачка Волосовской площади на глубинах 100 м представлена обводненными песками, что благоприятствует организации скважинной гидродобычи. В конце советского периода технология таких работ была освоена в Институте горно-химического сырья группой профессора В.Ж. Аренса [13].

3. Центральная Россия

Фосфоритоносность региона связана главным образом с месторождениями труднообогатимых желваковых фосфоритов Волжского и Днепровско-Донецкого бассейнов. В их контурах разведано более 200 фосфоритовых залежей разного масштаба. Карьерами горно-обогатительных комбинатов отрабатывались Вятско-Камское (109 млн т P_2O_5 , Кировская область), Егорьевское (30,6 млн т P_2O_5 , Московская область) и Полпинское (10,9 млн т

P_2O_5 , Брянская область) месторождения. Общий объем производимой фосфоритной муки достигал 4 млн т в год. Половина ее выпускалась подмосковным комбинатом «Фосфаты», продукция которого поставлялась вплоть до Дальнего Востока.

Отсутствие рентабельных технологий переработки желваковых фосфоритов в растворимые удобрения стало причиной закрытия горно-обогатительных комбинатов и утраты интереса к месторождениям этих фосфоритов. В частности, свернуты проекты по освоению Кимовского и Уколовского месторождений в Тульской и Курской областях. Прекращена разработка Сюндюковского месторождения в Татарстане и Сординского участка Вятско-Камского месторождения в Кировской области. Это не означает, что фосмука перестает быть востребованным удобрением. Просто из-за низкой платежеспособности российского потребителя в ближайшей перспективе производство фосмуки будет оставаться нерентабельным. Исключением станет запланированное в 2021 г. освоение в Тамбовской области титан-циркониевого россыпного месторождения Центральное. Рудный пласт его сопровождается желваковыми фосфоритами. Разведанные запасы фосфоритов оценены в 3,9 млн т со средним 18 % содержанием P_2O_5 в мытом концентрате [14].

4. Сибирский и Дальневосточный регионы

Фосфатно-сырьевую базу региона в объеме 2,2 млрд т P_2O_5 , формируют апатитовые (1,4 млрд т P_2O_5) и фосфоритовые (0,8 млрд т P_2O_5) месторождения. Несмотря на столь серьезный потенциал по экономическим и экологическим причинам ни один из указанных объектов не готов к освоению. В качестве кратких пояснений отметим следующее. Месторождения фосфоритов представлены афанитовым (V), гравийно-ракушечным (O) и коры выветривания типами. С точки зрения объемов запасов, опробированности схем обогащения руд практически значимыми являются афанитовые месторождения Окино-Хубсугульского бассейна, но они расположены в труднодоступных горах Юго-Восточного Саяна. Значительно более выгодное географическое положение занимают многочисленные месторождения фосфоритов коры выветривания юга Красноярского края, Хакасии и Иркутской области. Однако, как и в случае с жел-

ваковыми фосфоритами, отсутствие технологических схем химической переработки руд в растворимые удобрения делают их малопривлекательными для инвесторов.

Среди апатитовых месторождений выделяются типы, связанные с редкометальными карбонатами, щелочными ультрабазитами, кораи их выветривания, а также с габбро-диоритовыми и метаморфогенными комплексами. Разведанные запасы апатита насчитываются в сумме 302 млн т P_2O_5 . Из них в качестве потенциально активных можно рассматривать запасы, связанные с метаморфитами Селигдарского месторождения (86 млн т P_2O_5) в Якутии и Ошурковским габбро-диоритовым массивом (109 млн т P_2O_5) в Бурятии [15]. Выгодной ситуацией для обоих объектов является их расположение в районах с хорошо развитой инфраструктурой. Тем не менее, несмотря на столь очевидные преимущества, ожидать, что в ближайшие годы эти месторождения начнут обрабатываться, не приходится. Непреодолимым препятствием для освоения Ошурковского месторождения будет оставаться приуроченность его к природно-охранной зоне озера Байкала. Освоение Селигдарского месторождения требует вложений не менее 1,5 млрд долл. Поиск инвестора сдерживает:

- значительная удаленность будущего производства от потребителя конечной продукции;
- высокая радиоактивность руд;
- низкое их качество и сложная флотационная технология обогащения.

Таким образом, картина получается неоднозначной. С одной стороны, на территории Сибири уже сейчас известны геологические объекты, которые могут стать базой для организации фосфорного производства. С другой стороны, из-за их труднодоступности, невысокого качества запасов, а также специфики условий отработки не следует ожидать в ближайшие годы появления крупных предприятий, способных кардинально решить на востоке России данную проблему. Поэтому важнейшей задачей геологической службы страны остается создание здесь мощного центра фосфорной отрасли по типу Кольского промышленного кластера. В свете сказанного принципиальное значение приобретает Северный морской путь. Запланированные темпы его развития открывают уникальные возможности по экономическому освоению Таймыро-Анабарского региона. Здесь сосредоточены огромные ресурсы апатитоносных

карбонатитов Томпторского щелочного массива и Меймеча-Котуйской провинции [16; 17]. Освоение этих объектов позволит превратить регион в мощный центр фосфорной промышленности.

Заключение

Почвы России испытывают острый дефицит фосфора, что негативно влияет на эффективность сельскохозяйственного производства страны. Дефицит фосфора связан с особенностями отечественной минерально-сырьевой базы. Россия занимает четвертое место в мире по запасам фосфатов, обладая уникальными месторождениями апатитов Кольского полуострова. Однако сдерживающим фактором в развитии фосфорной промышленности является крайне неравномерное распределение в пределах России месторождений фосфатов и невысокое качество их руд. Учитывая это, для геологических служб страны важнейшей задачей остается выявление в регионах месторождений высококачественных фосфатных руд.

Список литературы

1. Георгиевский А.Ф. Афанитовый генетический тип промышленных фосфоритов: геологические особенности, типы руд, перспективные технологии обогащения и утилизации отходов (на примере Окино-Хубсугульского бассейна): дис. ... д. г.-м. н. М., 2016. 429 с.

2. Hoefft R., Peck T.R. Soil fertility // Illinois Agronomy Handbook. 2000. Рр. 84–1243.

3. Рассохина Л.Ю., Белова Н.П., Леонов В.Т., Хватова Е.В., Шаповал В.В. Переработка низкосортных фосфоритов на комплексные минеральные удобрения // Вестник Казанского технологического университета. 2006. № 3. С. 85–91.

4. Соколов А.С. Генетическая классификация месторождений фосфатных руд // Известия вузов. Серия: Геология и разведка. 1995. Вып. 5. С. 59–68.

5. Красильников Н.А. Фосфориты Сибири – закономерности геологического размещения и перспективы поисков: автореф. дис. ... д. г.-м. н. М., 1966. 27 с.

6. Янин А.Л., Жарков М.А. Эпохи и эволюция фосфатонакопления в геологической истории // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1986. Т. 61. Вып. 2. С. 7–19.

7. Ильин А.В. Древние (эдиакарские) фосфориты. М.: ГЕОС, 2008. 157 с.

8. Еганов Э.А. Структура комплексов фосфоритоносных отложений. Новосибирск: Наука, 1983. 135 с.

9. Непряхин А.Е., Беляев Е.В., Карпова М.И., Лужбина И.В. Фосфоритовая составляющая МСБ России в свете новых данных технологических возможностей // Георесурсы. 2015. Т. 1. Вып. 4 (63). С. 67–74.

10. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 2019 год. Апатитовые руды / Российский федеральный геологический фонд. URL: <https://rfgf.ru/bal/itemview.php?iid=7895> (дата обращения: 22.04.2020).

11. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 2019 год. Фосфоритовые руды / Российский федеральный геологический фонд. URL: <https://rfgf.ru/bal/> (дата обращения: 22.04.2020).

12. Саммет Э.Ю., Насонова Л.Д. Волосовская площадь – новый перспективный фосфоритоносный район Ленинградской области // Геология ракушечных фосфоритов Прибалтики. Таллин: Ин-т геологии АН ЭССР, 1992. С. 91–97.

13. Аренс В.Ж., Бабичев Н.И., Башкатов А.Д., Гридин О.М., Хрулев А.С., Хчеян Г.Х. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых. М.: Горная книга, 2007. 295 с.

14. Схема территориального планирования Рассазовского муниципального района Тамбовской области. Т. 1 / ОАО «Российский институт градостроения и инвестиционного развития “ГИПРОГОР”». М., 2009.

15. Батуева А.А., Дугданова Е.Е. Путеводитель полевой экскурсии «Ошурковское месторождение апатита (Западное Забайкалье)». Улан-Удэ: ГИН СО РАН, 2017. 16 с.

16. Похиленко Н.П., Крюков В.А., Толстой А.В., Самсонов Н.Ю. Томтор как приоритетный инвестиционный проект обеспечения России собственным источником редкоземельных элементов // ЭКО. 2014. № 2. С. 22–32.

17. Егоров Л.С. Ийолит-карбонатитовый плутонизм (на примере Маймеча-Котуйского комплекса Полярной Сибири). Ленинград: Недра, 1991. 260 с.

Для цитирования

Георгиевский А.Ф., Бугина В.М. Современное состояние и перспективы развития фосфатно-сырьевой базы России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2020. Т. 21. № 3. С. 197–207. <http://dx.doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-3-197-207>

Actual situation and prospects for the development of the phosphate-raw material base of Russia

Alexey F. Georgievskiy, Viktoriya M. Bugina

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation

Article history:

Received: April 9, 2020

Revised: April 25, 2020

Accepted: July 16, 2020

Keywords:

phosphorus deficiency, productivity, mineral fertilizers, export, raw material base, phosphorite and apatite deposits, phosphogenesis, phosphate production, ores types and reserves

Abstract. The article analyzes the state of the phosphate raw material base in Russia and its role in the economic development of the country and in domestic agriculture especially. The problems that prevent the creation of a modern powerful phosphate production capable of satisfying the existing demands of agriculture in phosphoric mineral fertilizers are highlighted. The possible directions of the development of the phosphorus industry in the regions for the near and distant prospects are analyzed. The aim of the article is to analyze the current state of the domestic mineral resource base to produce phosphorus fertilizers, the acute shortage of which hinders the development of the country's agriculture. Actual base for research was mainly processed materials from specialized scientific articles and publicly available publications. In addition, data collected by the authors during thirty years of studying phosphorite deposits in Russia and foreign countries were involved. The analysis of published materials of leading Russian producers of phosphorus products, mining companies, databases of specialized federal and regional geological companies. It is concluded that before the country's geological services, the most important task remains to identify deposits of high-quality phosphate ores, and especially in Siberia and the Russian Far East. Significant prospects for the development of these regions are opened by the Northern Sea Route. The planned pace of its development offers unique opportunities for the economic development of the Taimyr-Anabar region, where huge resources of apatite-bearing carbonatites of the Tomptor alkaline massif and Meimech-Kotuy province are concentrated.

References

1. Georgievskiy AF. *Afanitovyy geneticheskij tip promyshlennyh fosforitov: geologicheskie osobennosti, tipy rud, perspektivnye tehnologii obogashhenija i utilizacii othodov (na primere Okino-Hubsugul'skogo bassejna)* [Aphanitic genetic type of industrial phosphorites: geological features, types of ores, promising technologies for the processing and disposal of waste (the Okino-Khubsugul basin)] (Dissertation of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences). Moscow; 2016. (In Russ.)
2. Hoefl R, Peck TR. Soil fertility. *Illinois Agronomy Handbook*. 2000:84–124.
3. Rassohina LJu, Belova NP, et al. Pererabotka nizkosortnyh fosforitov na kompleksnye mineralnye udobrenija [Processing low-grade phosphorites to complex mineral fertilizers]. *Bulletin of Technological University of Kazan*. 2006;(3):85–91. (In Russ.)
4. Sokolov AS. Geneticheskaja klassifikacija mestorozhdenij fosfatnyh rud [Genetic classification of phosphate ore deposits]. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Series: Geology and Prospecting*. 1995;(5): 59–68. (In Russ.)
5. Krasilnikova NA. *Fosfority Sibiri – zakonomernosti geologicheskogo razmeshhenija i perspektivy poiskov* [Phosphorites of Siberia – patterns of geological location and prospects for searches]. Moscow; 1966. (In Russ.)
6. Janshin AL, Zharkov MA. Jepohi i jevoljucija fosfatonakoplenija v geologicheskoi istorii [Epochs and evolution of phosphate accumulation in geological history]. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Department*. 1986;61(2):7–19. (In Russ.)

Alexey F. Georgievskiy, Associate Professor of the Department of Mineral Developing and Oil & Gas Business of the Engineering Academy of the RUDN University; Doctor in Geology and Mineralogy; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4835-760X>, eLIBRARY SPIN-code: 1308-9195; georgievskiy-af@rudn.ru
Viktoriya M. Bugina, Associate Professor of the Department of Mineral Developing and Oil & Gas Business of the Engineering Academy of the RUDN University; PhD in Geology and Mineralogy; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6492-6628>, eLIBRARY SPIN-code: 8410-3861.

7. Ilin AV. *Drevnie (jediakarskie) fosfority [Ancient (Ediacaran) phosphorites]*. Moscow: GEOS Publ.; 2008. (In Russ.)
8. Eganov JeA. *Struktura kompleksov fosforitonosnyh otlozhenij [The structure of phosphorite bearing complexes]*. Novosibirsk: Nauka Publ.; 1983. (In Russ.)
9. Neprijahin AE, Beljaev EV, et al. Fosforitovaja sostavljajushhaja MSB Rossii v svete novyh dannyh tehnologicheskikh vozmozhnostej [Phosphorite component of the SME of Russia in the light of new data on technological capabilities]. *Georesources*. 2015;1(4–63):67–74. (In Russ.)
10. Russian Federal Geological Fund. *Gosudarstvennyj balans zapasov poleznyh iskopaemyh Rossijskoj Federacii na 2019 god. Apatitovyje rudy [State balance of mineral reserves of the Russian Federation for 2019. Apatite ores]*. (In Russ.) Available from: <https://rfgf.ru/bal/itemview.php?iid=7895> (accessed: 22.04.2020).
11. Russian Federal Geological Fund. *Gosudarstvennyj balans zapasov poleznyh iskopaemyh Rossijskoj Federacii na 2019 god. Fosforitovyje rudy [State balance of mineral reserves of the Russian Federation for 2019. Phosphorite ores]*. (In Russ.) Available from: <https://rfgf.ru/bal/> (accessed: 22.04.2020).
12. Sammet JeJu, Nasonova LD. Volosovskaja ploshhad' – novyj perspektivnyj fosforitonosnyj rajon Leningradskoj oblasti [Volosovskaya area – a new promising phosphorite-bearing region of the Leningrad region]. *Geology of Shelly Phosphorites of the Baltic States*. Tallinn: Institute of Geology, Academy of Sciences of the ESSR; 1992. p. 91–97. (In Russ.)
13. Arens VZh, Babichev NI, et al. *Skvazhinnaja gidrodobycha poleznyh iskopaemyh [Borehole hydraulic mining of minerals]*. Moscow: Gornaya kniga Publ.; 2007. (In Russ.)
14. Russian Institute of Urban Planning and Investment development “GIPROGOR”. *Shema territorial'nogo planirovanija Rasskazovskogo municipal'nogo rajona Tambovskoj oblasti [Scheme of territorial planning of the Rasskazovsk municipal district of the Tambov region]* (vol. 1). Moscow; 2009. (In Russ.)
15. Batueva AA, Dugdanova EE. *Putevoditel' polevoj jekskursii “Oshurkovskoe mestorozhdenie apatita (Zapadnoe Zabajkal'e)” [Field excursion guide “Oshurkovsky apatit deposit (Western Transbaikal)”]*. Ulan-Ude: Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Siberian Department; 2017. (In Russ.)
16. Pohilenko NP, Krjukov VA, et al. Tomtor kak prioritetyj investicionnyj proekt obespechenija Rossii sobstvennym istochnikom redkozemel'nyh jelementov [Tomtor as a priority investment project to provide Russia with its own source of rare earth elements]. *ECO*. 2014;(2):22–32. (In Russ.)
17. Egorov LS. Ijolit-karbonatitovyj plutonizm (na primere Majmecha-Kotujskogo kompleksa Poljarnoj Sibiri) [Ijolite-carbonatite plutonism (on the example of the Maymecha-Kotuy complex of Polar Siberia)]. Leningrad: Nedra Publ.; 1991. (In Russ.)

For citation

Georgievskiy AF, Bugina VM. Actual situation and prospects for the development of the phosphate-raw material base of Russia. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2020;21(3):197–207. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-3-197-207>