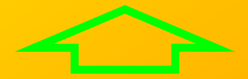


СЫРЬЕ ФОСФОГИПС. ОБЗОР

- [Фосфогипс](#)
- [Объемы производства](#)
- [Запасы, затраты содержания](#)
- [Доходность переработки](#)
- [Фосфатное сырье](#)
- [Апатиты](#)
- [Фосфориты](#)
- [Фосфорная кислота](#)
- [Лидеры производства](#)
- [Перспективы развития](#)
- [Российский рынок](#)
- [Рынок СНГ](#)
- [Фосфорные удобрения](#)
- [Фосфор, применение](#)
- [Фосфогипс. Проблемы экологии](#)

ФОСФОГИПС



- отход производства фосфорной кислоты, полученный обработкой фосфатного сырья серной кислотой.

Содержит более 60% гипса и 2-5% фосфорной кислоты.

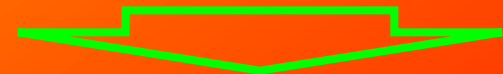
Некоторые отходы содержат до 3% редкоземельных элементов (РЗЭ).

Часто обладает повышенной радиоактивностью.

Производить из фосфогипса строительные материалы менее выгодно, чем из природного гипса.

Эффективные способы отделения концентрата РЗЭ отсутствуют.

Применение в качестве удобрения ограничено.



ОБЪЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

На 1 тонну апатитового концентрата расходуется 1,35 т серной кислоты, в результате образуется 1,6 т фосфогипса, который и идет в отвалы.

Количество производимого фосфогипса на 1 т P_2O_5 (1,45 т H_3PO_4) различно и составляет:

- **4,5-5,0 т**, содержащих в своем составе 90-95% двухводного гипса, в пересчёте на сухой фосфогипс;
- 6,0-6,7 т - на фильтрованный кек с содержанием влаги 25%;
- 9,3-9,5 т - то же с влажностью 56%.



Ожидаемый объем потребления фосфора (на P_2O_5) в 2015 г. составлял около 45 млн. т, следовательно, производства фосфогипса – от 225 млн. т в год.

До 2008 г. эта цифра составляла от 150 млн. т/год.

ЗАПАСЫ, ЗАТРАТЫ СОДЕРЖАНИЯ

Запасы фосфогипса в Узбекистане составляют более 80 млн. т и занимают площадь 500 га; в России - более 500 млн. т фосфогипса, в Украине – более 20 млн. т, в Белоруссии – более 20 млн. т.

С учетом ежегодного накопления отхода его **объем мировых запасов** должен составить **не менее 3 млрд. т, а занимаемые площади – более 250 кв. км.**

В большинстве западных стран фосфогипс хранится в подземных шахтах.

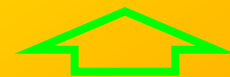
Предприятия Европы оплачивают €15-30, или \$19,8-39,6/т в год.



Норматив платы за размещение отходов 4-го класса опасности установлен:

- **в Украине** на уровне 0,3 гривны, или **\$0,04/т**;
- **в Белоруссии** за размещение текущего выхода фосфогипса - 271 белорусских рублей, или 3,1 российских рублей, или **\$0,09/т** и 27,1 бел. руб., или 0,31 рос. руб., или **\$0,01/т** за фосфогипс с учетом накопления;
- **в России** - 248,4 рубля., или **\$7,45/т.**

ДОХОДНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ



При переработке новым способом фосфогипса ожидаемая доходность производства должна составить от €562 до €1162 течение 20 лет.

Меньшая доходность соответствует:

1. Конверсии отхода в сырье €162/т.
2. Переработке сырья в товарные продукты - сульфат калия K_2SO_4 и хлорид кальция $CaCl_2$ с доходностью €400/т

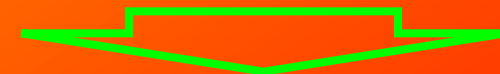


Большая доходность за счет реализации концентрата редкоземельных элементов (РЗЭ) до €600/т.

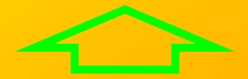
С учетом ежегодного производства фосфогипса объемом от 225 млн. т наименьшая ежегодная доходность может составить от €126.45 млрд., за 20 лет – €2 529 млрд.

Потенциал минимальной доходности от переработки 3 млрд. т накопившихся техногенных месторождений составит от €1 686 млрд.

Суммарная доходность - €4 215 млрд.



ФОСФАТНОЕ СЫРЬЕ



Промышленное значение имеет сырье:

апатиты и фосфориты.

Страны - мировые лидеры добычи сырья: Россия, Марокко, США, Иордания, Китай, Тунис.

На долю США, Китая и Марокко приходится 67% мировой добычи природных фосфатов, а на долю десяти крупнейших стран-производителей - 90% рынка.

В 2011 году было произведено **190,8 млн. т** сырья - апатитового и фосфоритового концентрата.

Объем мирового потребления P_2O_5 составил **40,7 млн. т**.

Годовой рост производства и потребления - около 3-5%.

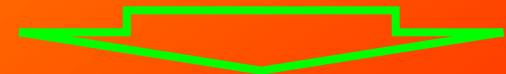
Мировые потребности в фосфоре (P_2O_5) в 2015 г. составят порядка 45 млн. т.

Около:

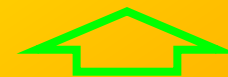
- 82% фосфорной кислоты используется для производства удобрений.

- 18% — для выпуска кормовых фосфатов, медикаментов, пищевых продуктов.

Также фосфор используется в процессе обработки металлов, медицине и стоматологии.



ФОСФАТНОЕ СЫРЬЕ



ФОСАГРО



GRUPE CHIMIQUE TUNISIEN



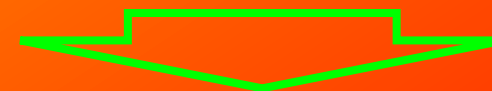
Качество производимого апатитового и фосфоритового концентрата оценивается содержанием в нем P_2O_5 .

Из 1 т 39-40%-ного апатитового концентрата можно произвести до 0,4 т P_2O_5 .

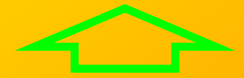
К примеру, «ФосАгро» в 2011 году было добыто 26,6 млн. т апатит-нефелиновой руды и выработано:

- 7,7 млн. тонн апатитового концентрата ($k = 3,45$);
- 1 млн. тонн нефелинового концентрата ($k = 26,6$).

Компании	Содержание P_2O_5 , % в 1 т производимого концентрата
Фос-Агро, Россия	39-40
Еврохим, Россия	37-38
Agrium	33
ОСР, Марокко	32
PCS, Канада	29,5
CF Industries	29
ГСТ, Тунис	29
Mosaic, США	28,5



АПАТИТЫ

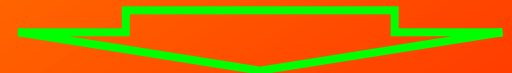


Апатиты $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$.

В зависимости от содержания в сырье выделяются фтор-, хлор-, гидроксил-апатит, чаще встречается фтор-апатит. В качестве примесей могут присутствовать Sr, Ba, Mg, Mn, TR (ср. лат. *terrae rarae* — «редкие земли»), и др. Апатит отмечается во всех интрузивных, многих метаморфогенных, осадочных, реже эффузивных породах. Часто ассоциирует с нефелином, эгирином, ильменитом, сфеном.

Качество определяется содержанием фосфора в пересчете на P_2O_5 .

Крупнейшее в мире месторождение - Хибинское на Кольском полуострове в России, где добывают апатитнефелиновую руду, состоящую из фторапатита и нефелина. Крупные хорошо образованные кристаллы апатита известны в Забайкалье из месторождения Слюдянка (вблизи города Слюдянка, Иркутской области). Месторождения апатита известны также в Бразилии, Мексике, США, Чили, ЮАР, Финляндии, Испании, Норвегии и других районах мира.



ФОСФОРИТЫ



Фосфориты $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH}, \text{F})_2$ – это горные осадочные породы, существенную часть которых составляют фосфаты и многочисленные включения других минералов (кварца, глауконита, кальцита, глинистых минералов и др.). Часто наблюдается содержание элементов-примесей: U, TR (ср. лат. *terrae rarae* — «редкие земли»), Sr, реже V, Ti, Zr и др.

Качество определяется содержанием фосфора в пересчете на P_2O_5 .

Фосфориты - преимущественно морские породы, однако в редких случаях они могут образовываться и на суше, например в корках выветривания известняков в аридном климате. В мире всего несколько стран имеют **крупные месторождения фосфоритов** – США, РФ, Марокко, Тунис, Алжир, Египет, некоторые «фосфоритовые» острова Тихого и Индийского океанов. Страны, не обладающие собственными фосфатными месторождениями, заинтересованы в освоении подводной добычи.

ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА



Из апатитового и фосфоритового концентрата производится фосфорная кислота, а из нее фосфорные удобрения, кормовые фосфаты, медикаменты, пищевые продукты.

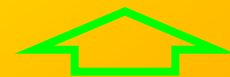
Экстракционный способ получения фосфорной кислоты серной кислотой является наиболее применимым и экономичным.

При экстрагировании P_2O_5 в виде H_3PO_4 фосфаты обрабатывают H_2SO_4 , а полученную пульпу фильтруют от осадка сульфата Ca, получая таким образом чистую фосфорную кислоту и в осадке фосфогипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ с примесями песка, микроэлементов (МЭ), редкоземельных элементов (РЗЭ).

Мировое производство фосфорной кислоты в 2010 году составило **38,9 млн. т** в пересчете на P_2O_5 .

На долю десяти крупнейших производителей фосфорной кислоты приходится около 45 % суммарных мировых мощностей.

ЛИДЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА



Лидеры - интегрированные компании, располагаются вблизи источников сырья:

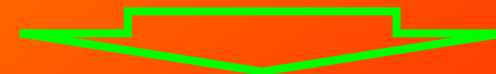
- **марокканская компания ОСР** располагает крупнейшими в мире залежами фосфорсодержащих руд;
- на втором месте - **североамериканская Mosaic**;
- на третьем - **канадская PotashCorp**, хотя следует отметить, что;
- **китайская Yunnan Yuntianhua International Chemical Co.** практически приблизилась по объемам к канадскому лидеру.
- **российская «Фосагро».**

Компаниям в последние годы удалось значительно нарастить свои мощности по производству фосфорной кислоты для удобрений, (более, млн. т/год):



Китай - 16,3; США - 9,5; Марокко - 4,4; Россия - 3.

До 2015 г. суммарный объем производства по P_2O_5 достигнет **57,6 МЛН. Т.**



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



Мировое производство фосфорной кислоты в 2008–2010 гг., млн. P_2O_5 .

Мировое производство руд, содержащих фосфор в 2010 году, %



Крупнейшие мировые производители фосфатных удобрений.

Марокко: OCP SA, Bunge Fertilizantes.

Тунис: СП Tifert, Skhira, Groupe Chimique Tunisien.

Иордания: Jordanian Phosphate Mines Company, JPMC & Indo-Jordan.

Индия: Indian Farmers Fertiliser Cooperative Limited (IFFCO).

Саудовская Аравия: Saudi Arabian Mining Company (Ma'aden), SABIC, Ras Az Zawr.

Россия: Фосагро, Еврохим, Уралхим, Акрон, «Минудобрения», г. Россошь.

РОССИЙСКИЙ РЫНОК

Основные игроки российского рынка фосфатных удобрений.



Компания	2009 г.	2010 г.	Прирост, %
«Фосагро»	1506	1606	6,6
«Еврохим»	450	643	42,9
«Уралхим»	140	353	151,9
«Акрон»	263	273	3,8
«Минудобрения», г. Россошь	165	173	5,0
Прочие производители	53	107	100,9
Итого	2578	3155	22,4

В структуру производственных активов **«Фосагро»** входят два производственных участка - ОАО «Аммофос» (г. Череповец) и ООО «Балаковские минеральные удобрения» (г. Балаково) – «БМУ».

МХК «Еврохим» включает дочернее предприятие - ПГ «Фосфорит».

«Уралхим» - собственник ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» и в Дагестане - ОАО «Дагфос».

РЫНОК СНГ

В Казахстане выявлено до 50 месторождений фосфоритов с учтенными балансовыми запасами руды 5 млрд. т.



ТОО «Казфосфат» до 2013 года инвестирует в развитие до **\$800 млн.**, увеличит, тыс. т/год:

- добычу фосфорсодержащей руды - до 4300;
- выпуск аммофоса - до 550;
- сложных удобрений - до 180;
- термической фосфорной кислоты - до 178,9;
- триполифосфата натрия - до 165,8.

Беларусь. Белорусский производитель фосфатных удобрений - **ОАО «Гомельский химический завод»** планирует к 2015 году увеличить мощности производства в 1,8 раза, до 1,26 млн. т/год.

К 2017 году может появиться и новый игрок - **ТОО Chilisai Chemicals**, с инвестиционным проектом производства моно- (МАФ) и диаммонийфосфата (ДАФ), **общей стоимостью 304 млн. долларов.**

ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Согласно данным International Fertilizer Industry Association (IFA), в 2010 году потребление фосфатных удобрений достигло рекордных 40 млн. т.

Производство трех основных видов фосфатных удобрений:

- моноаммонийфосфат (МАФ), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, \$900-1100/т;



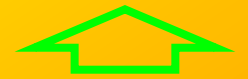
- диаммонийфосфат (ДАФ), $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, \$575-725/т и;



- тройного суперфосфат (ТСФ), $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, \$300-510/т.



ФОСФОР, ПРИМЕНЕНИЕ



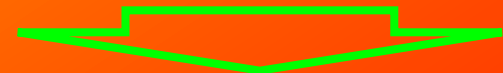
Фосфор играет ключевую роль в большинстве процессов жизнедеятельности.

Фосфор важен для здоровья человека:

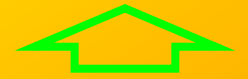
- участвует в формировании костей и зубов;
- играет важнейшую роль в энергетическом обмене на клеточном уровне и, следовательно, в организме в целом;
- является необходимым элементом в структуре ДНК;
- входит в состав многих белков;

Фосфор является вторым по массе минеральным элементом в человеческом теле (после кальция):

- 85% фосфора, находящегося в теле человека, содержится в костях;
- 1% – в крови и других жидкостях;
- 14% – в мягких тканях (в основном в мышцах).



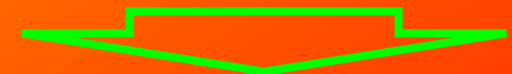
ФОСФОР, ПРИМЕНЕНИЕ



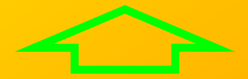
Растения накапливают фосфор и являются его источником для людей и животных:

- содержится во всех частях зеленых растений - стеблях, стволах, корнях и листьях, но более всего - в плодах и семенах;
- играет решающую роль в фотосинтезе и всех процессах, связанных с восстановлением энергии;
- способствует росту растений и их корней;
- участвует в процессе усвоения азота растениями;
- способствует ускорению созревания растений;
- необходим для размножения растений;
- повышает прочность стеблей;
- способствует повышению устойчивости растений к холодам и засухе.

Доля удобрений на основе фосфорной кислоты выросла с 75% в 2000 г. до 82% в 2010 г. и, как ожидается, увеличится до 84% к 2015 г..

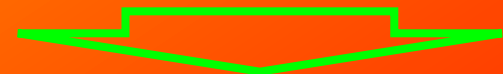


ФОСФОР, ПРИМЕНЕНИЕ

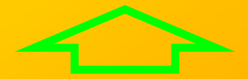


Фосфор необходим для формирования и укрепления костных тканей животных. Играет важную роль в пищеварении и других метаболических процессах:

- необходим для формирования и поддержания целостности зубов и костей - в них содержится 80% всего присутствующего в организме фосфора;
- участвует в формировании скелета;
- играет важную роль в процессах энергообмена;
- участвует в синтезе белка и обмене веществ;
- присутствует в нуклеиновых кислотах, переносящих генетическую информацию, а также регулирует биосинтез белков и иммунные процессы;
- усиливает репродуктивную функцию;
- необходим для лактации;
- повышает аппетит.



ФОСФОР, ПРИМЕНЕНИЕ

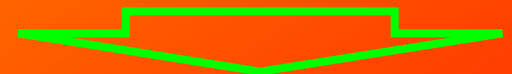


Фосфор также содержится в продуктах, которые мы используем каждый день, в том числе:

- в пищевых добавках (для выпечки, напитков, приготовления мясных блюд, сыра, консервов и т.д.);
- в лекарственных препаратах и средствах личной гигиены (зубная паста, косметика и т.д.);
- в химических товарах и химикатах (моющие и чистящие средства, огнетушители, средства водоочистки, батареи для гибридных автомобилей и электромобилей, керамика, цемент, краски и т.д.).

Около 82% производимой в мире фосфорной кислоты используется для производства удобрений. Еще 18% - для выпуска кормовых фосфатов, медикаментов, пищевых продуктов.

Также фосфор используется в процессе обработки металлов, медицине и стоматологии.



ФОСФОГИПС. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ.

Основным источником загрязнения окружающей среды (ОС) в районах размещения производств минеральных удобрений (в Украине это г.г. Армянск, Сумы, Ровно) является фосфогипс. При сернокислотном методе вскрытия апатитового концентрата **на 1 т H_3PO_4** в зависимости от сырья и принятой технологии **образуется 4,3-5,8 т фосфогипса.**

При сухом складировании фосфогипса (без предварительной нейтрализации) в газовую фазу выделяется в среднем **10 г фтора на 1 т фосфогипса**; примерно **10% фтора** вымывается атмосферными осадками.

Фосфогипс должен складироваться в специально оборудованных хранилищах, максимально изолированных от водных объектов.

Перед укладкой в хранилище фосфогипс должен быть нейтрализован известковым молоком.

