**Производство строительных материалов и другой промышленной продукции из трепела**

Объем залежей карбонатного трепела – более **30 млн. тонн**. Площадь месторождения – 500 га.

Карьер расположен в 7 км от г.п. Хотимска. До ближайшей железнодорожной станции – Коммунары – 45 км.

Трепел (полиминерал), имеющий уникальные природные возможности, сформировался более 40 млн. лет назад. Глубина залегания трепела – 3-5 м.

*Справочно:*

***Название*** *от немецкого “трепел”; группа – полускальные; тип по вещественному составу – кремнистые.*

***Цвет:*** *светло-серый, сероватый, жёлтоватый, реже тёмно-серый.*

***Структура:*** *тонкозернистая, скрытокристаллическая.*

***Текстура:*** *однородная, слоистая, тонкопористая.*

***Минеральный состав:*** *состоит из мельчайших зёрен опала, глинистых минералов, кварца и др.; эта горная порода по физико-химическим свойствам аналогична диатомиту (отличается от него отсутствием органических остатков) и поэтому визуально отличить его от диатомита невозможно.*

***Отличительные признаки:*** *на ощупь мягкий, очень лёгкий, тонкопористый (впитывает воду и кислоту); на вид – землистые агрегаты, прилипает к языку, сильно пачкает руки, стекло не царапает (см. минеральный состав – кремнистые минералы), на стекле остается порошок светлой окраски и редкие царапины – отличие от опок, аргиллитов, алевролитов; впитывает соляную кислоту без реакции – отличие от мела, известняков, мергелей; похож на диатомит, отличить от которого трепел невооруженным глазом невозможно.*

***Происхождение:*** *образуется при осаждении кремнистых водорослей в морских бассейнах.*

В сухом состоянии – это очень легкий порошок, хороший природный сорбент. Во всем мире известны крупные залежи трепела – Южная Африка, США, Россия. Трепел могилевской области Республики Беларусь отличается по своим свойствам от всех известных аналогов значительным содержания кальцита, вследствие чего его часто называют карбонатным.

Из природного трепела для различных направлений использования будет производиться продукция следующего фракционного состава: 0 – 1 мм, 1 – 3 мм, 3 – 5 мм, 5 - 9 мм.

Месторождение **«Стальное»** природных трепелов**,** находящееся в Хотимском районе Могилевской области, подготовлено к промышленному освоению иявляется крупнейшим и единственным в Республике Беларусь.

**Основные направления использования трепела**

**Сельское хозяйство**

* Животноводство
* Птицеводство
* Рыбоводство
* Растениеводство
* Мелиорация
* Производство органоминеральных удобрений

**Нефтехимия**

* Обессоливание и обезвоживание нефти
* Катализаторы

**Водоснабжение**

* Очистка питьевой воды
* Очистка оборотных вод

**Химическая, газовая промышленность**

* Химреактивы
* Фильтры
* Хроматография
* Осушители газов
* Пролонгатор действия химреактивов

**Пищевая промышленность**

* Пищевые добавки
* Очистка пищевых жидкостей

**Целлюлозно-бумажная промышленность, пленочные материалы**

* Упрочняющий наполнитель бумаги
* Упрочняющий наполнитель искусственной кожи
* Тарный картон для фруктов

**Товары народного потребления**

* Осушители обуви
* Поглотители запахов
* Моющие средства
* Средство борьбы с бытовыми насекомыми

**Строительство, строительные материалы**

* Краски, лаки
* Теплозвукоизоляция
* Легкие перегородки
* Термолит
* Упрочнители цемента
* Огнеупорные перегородки
* Компонент вяжущих смесей
* Предотвращение слеживания стройматериалов

**Атомная промышленность**

* Фильтрация и адсорбция
* Улавливание и удержание радионуклидов

**Энергетика**

* Очистка и регенерация энергетических масел
* Подготовка воды для котлов и бойлеров

**Экология**

* Улавливание газов
* Устранение запахов
* Очистка сточных вод
* Очистка водных бассейнов
* Оздоровление и восстановление почв

**Минеральная кормовая добавка**

Основным преимуществом комбикормов и кормовых смесей, изготавливаемых с добавлением трепела, является содержание в структуре трепела около 40 макро- и микроэлементов, каждый из которых жизненно важен для животных и птиц. При добавлении минералов в рацион домашних животных и птиц они повышают жизнестойкость и иммунитет.

Трепел поддерживает в пищеварительном тракте минеральный баланс и оптимальную кислотность, выводит ядовитые вещества. Рекомендуемое количество трепела в качестве кормовой добавки способствует повышению среднесуточных привесов живой массы, увеличению яйценоскости, сокращению расходов кормов на количество добавляемого трепела, повышению воспроизводительных функций. Все это возможно за счет биологической активности, адсорбционных и катионообменных свойств трепела, заключающихся в выводе из организма аммиачного азота, тяжелых металлов, токсинов, а это в свою очередь влечет улучшение перевариваемости и усвояемости кормов. Трепел также предохраняет корма в процессе хранения от плесени и слеживания.

Минеральная добавка повышает устойчивость организма животных и птиц к недоброкачественным кормам и неблагоприятным факторам внешней среды. Применение минеральной добавки позволяет повысить продуктивность, плодовитость, сохранность молодняка, предупредить массовые желудочно-кишечные заболевания.

**Наполнитель для туалетов домашних животных**

**Трепел** – не содержит химически активных веществ и их соединений, не является первичным раздражителем, гигиеничен, эффективно адсорбирует мочу и другие выделения домашних животных, улавливает и удерживает продолжительное время запахи, является гарантом отсутствия риска для здоровья животных и человека.

**Компонент для органоминеральных удобрений и почвенных субстратов**

Введение природного трепела в минеральные удобрения обеспечивает уменьшение подкисляющего воздействия нитрата аммония, а также пролонгируется действие активного компонента удобрения за счет адсорбционного связывания аммонийного азота и удержания его в течение длительного времени, в связи с чем, более, чем на 15 % повышается эффективность воздействия нитрата аммония и снижается степень его вымывания почвенными водами. Кроме того, применяемая добавка обогащает почву различными микроэлементами.

Смеси различных типов торфов (верхового, низинного, переходного), сапропеля и карбонатного трепела являются ценным органическим сырьем для получения различных видов почвенных субстратов и искусственных сельскохозяйственных почв, которые могут использоваться также для выращивания цветов и декоративных растений, для проведения работ по озеленению территорий в ряде регионов мира.

Трепел в качестве добавки в почву необходим для ее оздоровления и восстановления, для повышения урожайности сельскохозяйственной продукции; трепел необходим для обработки картофеля, моркови, лука, свеклы минеральной мукой при закладке на хранение.

**Производство строительных материалов**

Природные трепела используются как минералообразующая масса для производства пеностекла и активная добавка в бетоны. Пеностекло, изготовленное вспениванием тонко измельченного природного трепела, обладает высокими теплоизоляционными свойствами и надежностью при длительной эксплуатации. Особенности кристаллической структуры трепела, их высокая вторичная пористость, хорошая измельчаемость позволяет ускорить процесс структурообразования в цементной системе и уменьшить время начала и конца схватывания цементного теста.

Перспективным является использование трепела для очистки воды от радионуклидов на атомных электростанциях.

Многие из представленных направлений использования трепела исследованы совместно с Институтом радиобиологии Национальной академии наук Беларуси (НАНБ), Институтом животноводства НАНБ и Объединенным институтом энергетических и ядерных исследований - Сосны НАНБ.

Трепел может также найти применение в качестве:

1. Раскислителя почв с одновременным обеззараживанием их катионов тяжелых металлов и обогащением почвы микроэлементами.
2. Активной добавки в тампонажные растворы для цементирования скважин.
3. Абразива при производстве чистящих средств.

**Трепел в кормлении сельскохозяйственных животных**

*(Голушко В.М., Козинец А.И., Голушко О.Г., Надаринская М.А., Линкевич С.А., Голушко А.В., Козинец Т.Г., Шашкова И.Л. НПЦ НАН Беларуси по животноводству)*

Одной из актуальнейших проблем современного животноводства является поражение кормов микотоксинами, солями тяжелых металлов, другими вредными и токсичными веществами. Устранение данной проблемы позволит поддерживать высокое качество продукции животноводства, обеспечить ее гигиеническую безопасность и повысить ее конкурентоспособность на мировом рынке. И помочь в этом призваны различные добавки с адсорбирующими свойствами для детоксикации кормов. Кроме того, включение в рационы сельскохозяйственных животных природных сорбентов (цеолитовых туфов, трепелов, бентонитовых глин) улучшает переваримость и использование питательных веществ кормов и, как следствие, повышает продуктивность животных и качество продукции животноводства.

Природные цеолитсодержащие минералы – новый, чрезвычайно перспективный вид полезных ископаемых, масштабы применения которых во всем мире ежегодно растут. Мировая наука назвала природные цеолиты минералом XXI века. В отличии от большинства других минералов, цеолиты обладают уникальными физико-химическими свойствами: они устойчивы к действию высоких температур, агрессивных сред, ионизирующих излучений, проявляют селективность к крупным катионам тяжелых металлов. Высокая сорбционная способность и молекулярно-ситовый эффект обуславливает широкий диапазон использования этого материала в промышленность, сельском хозяйстве и природоохранной области, в том числе и для реабилитации рекреационных и рыбохозяйственных водоемов, рек, прилегающих к ним зон отдыха.

В сельском хозяйстве цеолитсодержащие породы используются в нескольких направлениях:

* производство кормовых добавок для сельскохозяйственных животных;
* переработка бытовых отходов;
* очистка воды;
* применение в качестве адсорбентов в различных отраслях промышленности.

**Значение трепел для сельскохозяйственных животных**

В основе положительного действия цеолитсодержащего трепела на организм животных лежат следующие свойства:

* адсорбционные;
* ионообменные;
* пролонгирующее действие;
* пополнение рационов макро- и микроэлементами.

*Адсорбционные свойства* – это способность физико-химических структур минералов поглощать, удерживать и обмениваться с веществами разной химической природы, и физическими характеристиками на своей поверхности при непосредственном контакте с изменением концентрации веществ. Обладая большой активной поверхностью в желудочно-кишечном тракте, трепел селективно адсорбирует углекислый газ, аммиак, метан, сероводород, углеводороды, воду, фенолы, экзо- и эндотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды, гнилостные микроорганизмы и т.д. Проходя через желудочно-кишечный тракт, цеолит удаляет из просвета тракта избыток жидкости, вредные газы, эндотоксины, благодаря чему предотвращается диарея. Установлено, что в трепеле активная площадь составляет 42,1 м2/г, объем пор – 0,104633 см3/г, средняя ширина пор – 9,76488 нм.

*Ионообменные свойства* – это способность к обмену ионов между двумя электролитами, происходящая как в гомогенной, так и в гетерогенной среде, когда один из электролитов является твердым веществом. Ионообменные свойства трепела, обеспечиваются монтмориллонитом и клиноптилолитом.

*Справочно:*

**Монтмориллонит** – глинистый минерал из подкласса слоистых силикатов. Способен сильно набухать благодаря своему строению и имеет ярко выраженные сорбционные свойства (поглощает из раствора разные загрязняющие примеси, находящиеся в виде суспензии).

**Клиноптилолит** – наиболее пористый среди других цеолитов минерал, обладающий высокой устойчивостью к агрессивным средам и температурам.

Пролонгирующее действие трепела основано на способности организма к более полному усвоению элементов на протяжении всего желудочно-кишечного тракта. Биологическое действие трепела обеспечивают более 40 макро- микроэлементов, жизненно важных для животных.

Исследованиями российских ученых установлено, что в системе HFT in vitro природные трепела положительно влияют на ферментацию рубцового содержимого у крупного рогатого скота. Так, первые 4 часа инкубации, независимо от состава рациона, в пробах с трепелом накопление газа происходит медленнее, что связано с его адсорбцией. При дальнейшей 24-тичасовой инкубации такая же тенденция сохраняется. При использовании синтетических азотистых веществ трепел, адсорбируя часть азота мочевины, способствует выживанию микроорганизмов рубца, что проявляется увеличением газа через 4 часа в 2,7 и за 24 часа ферментации – в 2,3 раза. Такая же тенденция в накоплении газа сохранялась при ферментации субстрата, в котором, кроме трепела и мочевины, содержались другие корма и кормовые добавки.

**Добыча природных цеолитсодержащих пород в мире**

Объемы мировой добычи и производства природных цеолитсодержащих пород, по данным Международной ассоциации по цеолитам (YZA), в 2011 году составили более 3,3 млн. тонн. В этом плане лидирует Китай (2,2 млн. тонн, или 65 % от мирового объема). Наиболее крупными производителями цеолитов после Китая являются: Иордания (430 тыс. тонн), Южная Корея (235 тыс. тонн), Турция (150 тыс. тонн), Япония (150 тыс. тонн), Словакия (80 тыс. тонн) и США (61 тыс. тонн). В целом в мире наблюдается тенденция к ежегодному увеличению производства и потребления природных цеолитов. Например, в США за последние 10 лет объем добычи цеолитов удвоился.

В Беларусь цеолитсодержащие материалы поступают в основном из России. Одним из крупнейших российских производителей этих минералов является ООО «Алсико-Ресурс», активно продвигающий на рынке минеральную добавку к кормам для сельскохозяйственных животных и птицы, которая является продуктом переработки природных трепелов Хотынецкого месторождения Орловской области. В настоящее время трепел этого месторождения, а также минералы Зикеевского месторождения Калужской области и многие другие рекомендованы для ввода в рационы крупного рогатого скота, свиней и птицы с целью повышения их естественной резистентности, продуктивности, экономической эффективности производства.

*Это интересно.*

Показательно, что циолитсодержащие минералы всегда использовались дикой фауной. Давно известен такой естественный способ регуляции организма, как литофагия (камнеедение). Дикие животные и птицы в трудные периоды (например, весной при истощении запасов питательных веществ, после болезни, в период гона, вынашивания потомства) находят и поедают цеолиты. В желудках у них находят значительное количество цеолитов: у лосей, например, до 5 кг, у куропаток – до 80 % от содержимого зоба. Замечена литофагия и у людей: поедание так называемого «каменного масла», «земляной сметаны», различных глин, что как правило, оказывалось цеолитсодержащим туфом.

**Характеристика трепела отечественного месторождения**

В Хотимском районе Могилевской области разведано отечественное месторождение трепела «Стальное». В природном состоянии трепел этого месторождения представляет собой пластичную глинистую породу с угловатыми включениями опок. Среднее значение активности радионуклидов не превышает установленные ветеринарно-санитарные нормы (табл. 1).

Одно из основных отличительных особенностей данного трепела – высокое содержание в нем кальцита (CaCO3). Он равномерно распределен в основной массе и представлен обломками (мельчайшими кристалликами неправильной формы) и остатками скелетов известкового наннопланктона. Кальцит в породе присутствует постоянно, а его содержание изменяется от 15 до 34 %.

Таблица 1

Показатели и состав трепела месторождения «Стальное» Могилевской области (разрабатываемого карьера)

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Фактическое значение |
| Полная ионообменная емкость, мг-экв/г | 0,7 |
| Содержится в 1 кг сухого вещества | |
| кальция, г | 150 |
| фосфора, г | 0,9 |
| железа, мг | 8702 |
| магния, мг | 2420 |
| калия, г | 7,15 |
| натрия, г | 2,07 |
| меди, мг | 77,1 |
| цинка, мг | 79,7 |
| марганца, мг | 398,8 |
| кобальта, мг | 4,2 |
| фтора, мг | 1000 |
| мышьяка, мг | 0,66-2,8 |
| свинца, мг | 0,31-3,38 |
| кадмия, мг | 0,11 |
| ртути, мг | не обнаружено |
| стронция-90, Бк | <1,29 |
| цезия-137, Бк | 3,63±1,0 |

Трепел месторождения «Стальное» Могилевской области представлен, в основном, SiO2, CaO и CO2 (табл. 2). Фазовый состав представляет собой тонкодисперсную полиминеральную систему, состоящую из глины (монтмориллонит – 10 %), карбоната кальция (кальцит – 35 %), кремнозема (опал-кристобалит – 30 %) и цеолита (клиноптилолит – 15 %). Кроме того, в породе встречаются глауконит, обломки кварца, гидрослюда, полевой шпат и другие примеси.

Таблица 2

Сравнительный анализ трепелов (среднее по месторождениям)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компонент | «Хотынецкое» (Россия)\* | Средний состав цеолитсодержа-щих трепелов (Россия)\* | «Стальное» (Беларусь) |
| SiO2 | 48-75 | 74,54 | 34,35-66,26 |
| TiO2 | 0,44-0,60 | 0,44 | 0,15-0,35 |
| Al2O3 | 6,94-9,37 | 8,57 | 5,06-9,22 |
| Fe2O3 | 2,97-3,77 | 3,72 | 1,13-2,60 |
| MnO | 0,06-0,08 | 0,02 | 0,009-0,020 |
| MgO | 1,62-2,73 | 1,06 | 0,87-2,83 |
| CaO | 1,64-17,39 | 2,42 | 15,78-34,14 |
| Na2O | 0,2-0,24 | 0,50 | 0,3-1,8 |
| K2O | 1,44-2,10 | 1,74 | 0,96-1,59 |
| P2O5 | 0,1-0,2 | 0,16 | 0,01-0,02 |
| SO3 | 0,12 | 0,06 | 0,04-0,32 |

**Эффективность скармливания трепела и оптимальные нормы ввода**

Эффективность трепела месторождения «Стальное» в рационах крупного рогатого скота оценивалась учеными по результатам исследований в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области в 2010-2012 гг. Трепел вводили в комбикорма собственного производства, который скармливали высокопродуктивным коровам и молодняку черно-пестрой породы.

Установлено, что введение трепела в количестве 0,6 % в состав комбикормов для *высокопродуктивных коров первой трети лактации* положительно влиял на молочную продуктивность и качественный состав молока. Среднесуточный удой молока 3,6 %-ой жирности повышался на 12,7 %, а себестоимость продукции снижалась, в том числе и за счет увеличения жирности молока.

Увеличение доли трепела до 2% также улучшало эффективность производства: среднесуточная продуктивность молока 3,6 %-ой жирности повысилась на 6,2 %, улучшились показатели морфо-функциональных свойств форменных элементов крови, концентрация минеральных веществ и показатели естественной резистентности организма. Однако дополнительная прибыль при этом оказалась ниже, чем в варианте с 0,6 % трепела в комбикорме (95 и 210 тыс. руб. соответственно за период исследований).

Использование трепела в составе комбикормов для *высокопродуктивных коров второй трети лактации* в количестве 0,6 % и 2 %:

* способствует активизации процессов биосинтеза белка в крови и повышению концентрации макро- и микроэлементов: кальция – на 5,6 %, фосфора – на 3,6 %, натрия – на 6,3 % и кобальта – на 7,7 %;
* стабилизирует ферментативную активность сыворотку крови;
* улучшает параметры естественной резистентности организма.

Присутствие трепела в составе комбикорма (0,6 % от массы комбикорма) способствовало росту продуктивности животных на 3 %. Стоимость дополнительной продукции при этом составила 22 тыс. рублей.

Оптимальная норма ввода трепела в комбикорма для *молодняка крупного рогатого скота* – 2 %. Скармливание такого количества трепела повышало среднесуточный прирост животных на 7,5 %, улучшало морфо-функциональные свойства крови и повышало в ней концентрацию минеральных веществ.

1-2 % трепела в составе комбикормов *для молодняка свиней*, выращиваемого на откорм:

* способствует получению приростов их живой массы на 6,5-8,0 %;
* сокращает расход кормов на 1 кг прироста на 5,7-6,6 %;
* повышает убойный выход на 2,5 %.

Повышение продуктивного действия комбикормов с 1-2 % трепела для свиней обусловлено лучшим использование энергии и протеина на образование мясной продукции.

При определении максимальной дозы трепела месторождения «Стальное» необходимо иметь ввиду не только его адсорбционные свойства, но и наличие в составе до 15 % кальция, и других макро- и микроэлементов. Хотимский трепел может служить отличной кальцийсодержащей добавкой. Его использование в кормлении свиней экономически выгодно, дополнительная прибыль в расчете на 1 кг прироста может составить 0,1-0,2 у.е.

Зарубежные ученые считают, что для повышения естественной резистентности и продуктивности животных долю природных цеолитсодержащих трепелов можно значительно увеличить – до 5 % к сухому веществу рационов для крупного рогатого скота и свиней. Однако следует принимать во внимание тот факт, что повышение процента цеолитсодержащих трепелов в составе комбикормов и рационов без корректировки неизбежно приводит к их энергетической и питательной ценности.

На основании исследований и обобщенных данных литературы разработаны оптимальные нормы скармливания трепела в рационах сельскохозяйственных животных в качестве минерального корма и в составе комплексных кормовых добавок-адсорбентов, премиксов, комбикормов (табл. 3).

Таблица 3

Рекомендуемые нормы скармливания трепела месторождения «Стальное»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Половозрастные группы животных | Нормы использования трепела | |
| в качестве минерального корма, % от СВ рациона | в составе комбикорма |
| Крупный рогатый скот: | | |
| Дойные коровы | До 1 % | До 2 % |
| Сухостойные коровы |
| Молодняк крупного рогатого скота |
| КРС на откорме |
| Свиньи всех групп | До 2 % |

В комбикорма трепел вводят на комбикормовых заводах или в кормоцехах хозяйств, используя существующие технологии смешивания, которые обеспечивают необходимы коэффициент однородности конечного корма. В состав комплексных кормовых добавок-адсорбентов и премиксов трепел вводят согласно рецептуре.

**И в заключение.** *Результаты исследований показывают, что применение трепела в составе комбикормов для крупного рогатого скота и свиней не только экономически выгодно, но и является способом импортозамещения аналогичных кормовых добавок, ввозимых сегодня в Беларусь.*