**Оглавление**

Введение

1. Техногенные побочные продукты промышленности как сырьё для производства стройматериалов
2. История развития вопроса о применении шлаков
3. Доменные гранулированные шлаки
4. Грануляция доменных шлаков
5. Шлакопортландцемент
6. Процесс получения шлакопортландцемента
7. Применение шлакопортландцемента
8. Применение шлаков при производстве других строительных материалов. Шлаки от сжигания углей
9. Классификация шлаков от сжигания углей
10. Применение золошлаковых отходов
11. Шлаки черной и цветной металлургии
12. Шлаковая пемза
13. Процесс производства шлаковой пемзы
14. Применение шлаковой пемзы
15. Заключение

Библиографический список

**Введение**

Целью данной работы является рассмотрение вопросов о возможности использования техногенных побочных продуктов промышленности как сырья для производства строительных материалов.

Основное внимание уделяется рассмотрению гранулированных доменных шлаков процесс их производства и возможности их применения в шлакопортландцементе, изучаются свойства ШПЦ и отличительные признаки от обычного портландцемента. А также применение шлако-портландцемента в строительной индустрии.

Также затрагивается вопрос о классификации и использовании шлаков от сгорания углей на ТЭС, рассматривается применение строительных материалов, произведенных на основе этих шлаков.

Изучается возможность использования шлаков черной и цветной металлургии. Основное внимание в этом разделе уделяется производству шлаковой пемзы, изучению технологии ее производства, основных свойств и применении.

В конце работы подводится определенный итог по возможностям применения различных шлаков в производстве строительных материалов.

**1. Техногенные побочные продукты промышленности как сырьё для производства стройматериалов**

Шлаки – продукты высокотемпературного взаимодействия компонентов исходных материалов – топлива, руды, плавней и газовой среды. Это сырье имеет множество ценных качеств и при этом очень долго пробивало путь к широкому применению в строительной промышленности. Во многих районах страны из шлака построены многоэтажные дома, промышленные здания, возведены мосты и плотины, проложены ленты автострад. Из обременительного отхода он становится признанным сырьем строительной промышленности.

**2. История развития вопроса о применении шлаков**

Первое использование доменного шлака относится к 1589 г., когда в Германии из него отливали пушечные ядра. В строительстве шлак стали применять только в 18 веке. В Нижнем Тагиле из шлаковых расплавов начали отливать плиты для ступеней, брусчатку для дорог. В Швеции литые шлаковые камни применялись вместо кирпича для кладки верхней части шахт доменных печей. В России и других странах отвальный шлак использовали в качестве щебня при постройке дорог. И сейчас ценные свойства шлаков еще больше привлекают внимание ученых и практиков во всем мире к проблеме применения шлаков в строительстве.

Во многих странах созданы специальные институты и организации, занимающиеся вопросами использования шлака в строительстве, иногда на базе металлургических заводов: в США и Канаде – Национальная шлаковая ассоциация, во Франции – Техническая ассоциация по изучению и использованию доменных шлаков, в Англии – Британская ассоциация шлака. Организация переработки шлаков в разных странах неодинакова, что объясняется специфическими условиями каждой страны. Необходимо отметить весьма результативные действия Национальной шлаковой ассоциации США, к заслугам которой относится создание шлакоперерабатывающей индустрии. Шлак признан минеральным сырьевым материалом. В США, Англии, Германии, Франции воздушно охлаждаемые металлургические шлаки в основном перерабатываются на щебень, применяемый в качестве балласта при строительстве железных дорог, а также используют как заполнитель при сооружении аэродромных покрытий и автомобильных дорог. Асфальтобетонные покрытия с применением шлакового заполнителя характеризуется высокой прочностью, устойчивостью к истиранию, большим коэффициентом сцепления, отсутствием сдвиговых деформаций. Вся продукция шлакопереработки экономически выгодна.

**3. Доменные гранулированные шлаки**

Доменные гранулированные шлаки – основной вид сырья при производстве шлаковых цементов. Их получают в качестве побочного продукта при выплавке чугуна из железной руды в доменной печи. Так же как и чугун их выпускают из печи в расплавленном состоянии, причем на 1 т чугуна получается 0,6 – 0,7 т шлака.

Основные составляющие доменного шлака - кварц, оксиды алюминия, кальция и магния, на которые приходится 90% всего состава шлака. Остальные 10% - марганец, соединения железа и серы и следовое количество других элементов. Однако, следует отметить, что основные оксиды, входящие в состав шлака не встречаются в свободной форме. В доменном шлаке, охлажденном воздухом, оксиды объединяются в различные силикаты и алюмосиликатные минералы, такие как мелилит, мервинит, волластонит, которые также существуют в виде природных пород. В дробленом и молотом шлаках, данные элементы присутствуют в виде стекла. Химический состав шлаков варьируется в очень узких пределах, поскольку все сырье, загружаемое в доменную печь, очень тщательно отбирается и смешивается.

**4. Грануляция доменных шлаков**

Грануляция доменного шлака осуществляется путем быстрого охлаждения шлакового расплава с применением (либо без) механического раздробления еще жидкого или полузатвердевшего шлака. Цель грануляции не только превратить доменной шлак в мелкозернистый материал, что облегчает его дальнейшую переработку, но и значительно повысить гидравлическую активность - это важнейшее свойство шлака как компонента шлаковых цементов и как добавки к портландцементу. Для грануляции доменных шлаков применяют различные по своему устройству грануляционные установки; в зависимости от влажности получаемого продукта их подразделяют на установки для мокрой и полусухой грануляции.

При мокрой грануляции загруженный в шлаковозные ковши расплавленный шлак подается к наполненному водой железобетонному бассейну и сливается в него по желобам. Бассейн разделен на отдельные секции, что позволяет одновременно загружать одну секцию и выгружать гранулированные шлак из другой. Гранулированный шлак выгружается из бассейнов грейферными кранами, подающими его в открытые металлические железнодорожные вагоны, в которых шлак отправляется на склад или к потребителю.

Содержание влаги в гранулированном шлаке тем выше, чем меньше его объемный вес, т. е. чем больше пориста структура его зерен. Поры в затвердевших зернах гранулированного шлака образуются под воздействием газов, которые растворены в жидком шлаке и с понижением температуры расплава выделяются из него при охлаждении. При этом шлаковый расплав охлаждается и затвердевает настолько быстро, что выделившиеся из него газы не успевают вырваться наружу; они остаются в затвердевшем шлаке в виде мелких пузыриков и делают пористыми зерна гранулированного шлака. Пористость, а следовательно, и влажность гранулированного шлака зависят также от условий охлаждения жидкого шлака в процессе грануляции, т. е. от примененного способа грануляции.

Так, шлак полусухой грануляции, получаемый при механическом дроблении и отбрасывании в воздух предварительно охлажденного, но еще не затвердевшего шлака, приобретает более плотную структуру и имеет примерно в 1,5 раза больший объемный вес по сравнению со шлаком мокрой грануляции, полученным из того же жидкого шлака. Влажность шлака мокрой грануляции колеблется в пределах 15-35% (редко 10%), шлака полусухой грануляции 5-10%; насыпной объемный вес того и другого шлака соответственно 400-1000 и 600-1300 кг/м. Чем выше температура доменной плавки, тем более легким получается гранулированный шлак.

Установки мокрой грануляции производят большую часть гранулированного шлака, однако вследствие большой влажности и малого объемного веса получаемого при этом шлака такой способ грануляции имеет ряд недостатков:

1) Большой расход топлива на сушку шлака перед его помолом (до 80 кг условного топлива на тонну сухого шлака);

2) Низкая производительность шлакосушильного оборудования;

3) Непроизводительные перевозки железнодорожным транспортом воды, содержащейся в шлаке, а также недоиспользование подъемной силы вагонов при загрузке их легковесным шлаком;

4) Смерзаемость мокрогранулированного шлака в железнодорожных вагонах, а также бункерах и на открытых складах в зимнее время, что влечет за собой длительные сверхнормативные простои вагонов и большие затраты ручного труда при выгрузке смерзшегося шлака на цементных заводах.

Доменные гранулированные шлаки в России и некоторых европейских странах используются преимущественно для производства вяжущих материалов, особенно для производства шлакопортландцемента.

**5. Шлакопортландцемент**

Шлакопортландцемент - вяжущее вещество, твердеющее в воде и на воздухе, получаемое путем совместного тонкого измельчения портландцементного клинкера, доменного гранулированного шлака и гипса или путем тщательного смешения тех же, но раздельно измельченных компонентов. Предпочтительнее применять клинкер алитово-алюминатный (с высоким коэффициентом насыщения и с увеличенным количеством трехкальциевого алюмината).

Содержание свободной извести может быть несколько выше обычного, и в этом случае не возникает опасности неравномерного изменения объема цемента, так как шлаковый компонент химически связывает известь. При наличии дешевых глиноземосодержащих материалов их добавляют в сырьевую смесь с целью повышения содержания С3А в клинкере. Необходимо, чтобы содержание ангидрида серной кислоты в цементе согласно стандарту не превышало 3,5%, а окиси магния в исходном клинкере - 5%. Количество доменного гранулированного шлака в шлакопортландцементе должно составлять не менее 30 и не более 70% от веса цемента.

Часть шлака (не более 15% от веса цемента) может быть заменена активной минеральной добавкой.

Гидравлическая активность применяемого гранулированного шлака оказывает существенное влияние на качество шлакопортландцемента. Она тем выше, чем выше основность шлака и чем больше содержится в нем окиси алюминия. При осуществлении производственного контроля на заводах гидравлическую активность определяют физико-механическими испытаниями образцов шлакопортландцемента при различном содержании в нем данного шлака в различные сроки твердения.

**6. Процесс получения шлакопортландцемента**

Производственный процесс получения шлакопортландцемента заключается в предварительном высушивании доменного гранулированного шлака в сушильном барабане до влажности, не превышающей 1%, загрузке высушенного шлака, портландцементного клинкера и гипса в бункерах цементных мельниц, их точном дозировании и помоле. Как уже упоминалось, размол компонентов может быть совместным или раздельным (при последующем тщательном их смешивании). В настоящее время применяют только схему совместного помола компонентов шлакопортландцемента, более простую и технологическую.

Строгое соблюдение установленных нормативов по тонкости помола шлакопортландцемента предопределяет его качество.

* согласно стандарту тонкость помола шлакопортландцемента должна быть такой, чтобы при просеивании через сито №008 проходило не менее 85% навески.

Тонкоизмельченный гранулированный шлак обладает главным образом скрытой (потенциальной) гидравлической активностью. Возбуждается она гидратом окиси кальция, выделяющимся при гидролизе трехкальциевого силиката портландцементной составляющей (известковое возбуждение), и добавляемым при помоле сульфатом кальция (гипсовое возбуждение).

Схематически твердение шлакопортландцемента можно себе представить как результат ряда процессов, протекающих одновременно, а именно:

* гидролиза и гидратации клинкерных минералов;
* взаимодействие гидрата окиси кальция с глиноземом и кремнеземом, находящимися в шлаковом стекле, с образованием гидросиликатов, гидроалюминатов, а также гидросиликоалюминатов кальция;
* взаимодействие трехкальциевого гидроалюмината кальция клинкера с сульфатом кальция с образованием гидросульфоалюмината кальция по реакции

В случае применения основного шлака, богатого окисью кальция, когда в его составе, наряду со стеклом, содержится кристаллическая фаза в виде силикатов кальция, помимо перечисленных процессов протекает также реакция гидратации этих минералов с образованием гидросиликатов кальция. Процесс взаимодействия трехкальциевого гидроалюмината с гипсом в отсутствии шлака, т. е. при твердении обычного портландцемента, протекает иначе, чем при твердении шлакопортландцемента. В данном случае четырехкальциевый гидроалюминат не может образоваться, так как известь непрерырвно связывается шлаком, и концентрация ее в жидкой фазе может не достигнуть предельной для четырехкальциевого гидроалюмината (1,08 г/л). Вследствие пониженной концентрации извести при твердении шлакопортландцемента гидросульфоалюминат кальция образуется главным образом в результате взаимодействия реагирующих компонентов в жидкой фазе; кроме того, образуются гидросиликаты более низкой основности, чем при твердении портландцемента.

Шлакопортландцемент твердеет несколько медленнее, чем портландцемент, в особенности при пониженных положительных температурах. Это объясняется значительным содержанием шлака. Однако при тончайшем помоле, в особенности двухступенчатом, и содержании шлака около 30-35% скорость твердения шлакопортландцемента такая же.

**7. Применение шлакопортландцемента**

В США и Японии доменные гранулированные шлаки применяются в основном для производства заполнителя. Последнее направление позволяет вовлечь в строительный комплекс значительно большее количество шлака, чем в производство из него вяжущих веществ. Особенно эффективно производство шлакового щебня при использовании технологии придоменной переработки шлака. При этом используется та тепловая энергия, которая была аккумулирована шлаковым расплавом в процессе производства чугуна. Такая технология позволяет достичь значительную экономию топливно-энергетических ресурсов.

В последние годы наблюдается рост шлаковых отвалов вокруг металлургических заводов России. Одной из причин уменьшения использования доменных гранулированных шлаков цементной промышленностью является падение спроса на шлакопортландцемент. В этой связи приобретает большое значение расширение масштабов производства шлакового заполнителя, в том числе шлаковой пемзы, которая является заменителем керамзита, а также литого шлакового щебня для тяжелых бетонов.

Необходимо подчеркнуть, что бетоны с заполнителем из доменных гранулированных шлаков отличаются рядом преимуществ перед традиционными бетонами. Как было установлено доменный шлак в составе портландцементного бетона выполняет функцию активного заполнителя, т.е. его поверхностный слой реагирует с гидроксидом кальция, выделяющимся при гидролизе алита. При этом образуется дополнительное количество гидросиликатов кальция, которые создают чрезвычайно прочную связь заполнителя с цементной матрицей, полностью исчезают капиллярные каналы, которые в результате усадки цементного камня образуются между ним и поверхностью заполнителя. Это приводит к значительному повышению коррозионной стойкости бетона с активным заполнителем по сравнению с традиционными составами в большинстве агрессивных сред, в том числе даже против такого грозного вида химической агрессии, как кислотная. Кроме того, благодаря специфической структуре и отсутствию микрозазоров на границе раздела вяжущего и заполнителя, такие бетоны обладают отличительными физико-механическими характеристиками. Именно этим обусловлено широкое применение бетонов на шлаковом заполнителе в США, Японии и других странах.

В России шлаковый заполнитель используется сравнительно редко, поэтому имеются огромные резервы расширения производства бетонов на шлаковом заполнителе, что позволит приостановить рост шлаковых отвалов в районах расположения металлургических заводов России.

**8. Применение шлаков при производстве других строительных материалов. Шлаки от сжигания углей**

Среди промышленных отходов одно из первых мест по объемам занимают золы и шлаки от сжигания твердых видов топлива (уголь разных видов, горючие сланцы, торф) на тепловых электрических станциях. Огромные количества золы и шлака скопились в отвалах, занимающих ценные земельные угодья. Содержание золошлаковых отвалов требует значительных затрат. В то же время золы и шлаки тепловых электрических станций можно эффективно использовать в производстве различных строительных материалов, что подтверждается многочисленными научными исследованиями и практическим опытом.

Область их применения весьма широка: строительство зданий и сооружений, теплоизоляция в холодильной промышленности, теплозвукоизоляция в судостроении, самолетостроении и других отраслях, где требуется легкий, теплоизоляционный, негорючий материал.

**9. Классификация шлаков от сжигания углей**

По содержанию влаги и других включений:

1. Сухая зола-уноса, получаемая из циклонов и электрофильтров. Эта абсолютно сухая зола, чистая, без посторонних включений. По фракционному составу в сухой золе доля более крупных фракций, размерами около 1 мм, больше чем в золе, образующейся в электрофильтрах или уловителях мокрой очистки.

2. Шлаки, образующиеся после чистки печей обжига угля, представляющие крупные комки, глыбы в виде стекловидной массы, не содержащей влагу.

3. Шлам золы уноса образуется после мокрой очистки, как правило, последней стадии пылеулавливания и хранится в шламонакопителях. Шлам золы представляет собой водную суспензию тонкодисперсной золы-уноса.

4. Зола и шлаки, увлажненные атмосферными осадками, находящиеся в золоотвалах. Как правило, золоотвалы становятся одновременно местом захоронения твердых бытовых отходов населенных пунктов и промышленных предприятий.

По химическому составу:

Химический состав золы-уноса и шлаков значительно отличается по химическому, минералогическому и фазовому составу:

1. В зависимости от места добычи углей. Зольность углей из разных шахт даже одного угольного бассейна всегда отличается.
2. От способа улавливания и хранения. Химический и фракционный состав сухой золы-уноса отличается по этапам очистки (циклоны, электрофильтры, мокрое пылеулавливание).

**10. Применение золошлаковых отходов**

Наибольший интерес вызывают технологии применения золо-шлаковых отходов в следующих производствах:

* в производстве портландцемента (как активные кремнеземистые добавки) в количестве 10-15 процентов, в производстве пуццолановых портландцементов марок 300-400 – до 30-40 процентов (золопортландцемент);
* при изготовлении строительных растворов – как активная добавка в количестве 10-30 процентов от массы цемента, при использовании в строительных растворах портландцемента высоких марок (400-500) применение пылевидной золы может сократить его расход до 30 процентов;
* в качестве активного микронаполнителя в тяжелых бетонах, что позволяет снизить расход цемента от 6-10 процентов в бетонах нормального твердения до 12-25 процентов в пропариваемых;
* в производстве силикатного кирпича;
* в жаростойких бетонах – в качестве наполнителя вместо шамотного порошка, что существенно снижает себестоимость таких бетонов;
* при изготовлении зольного и аглопоритового гравия;
* в производстве мелкозернистого аэрированного золобетона и изделий на его основе, в качестве мелкой фракции легких бетонов на пористых заполнителях плотной и поризованной структуры;
* в качестве сырьевых материалов для дорожной промышленности;
* использование золошлаковых отходов с повышенным содержанием частиц несгоревшего топлива в производстве глиняного кирпича, что не только улучшает его качество, но и снижает расход технологического топлива на обжиг.

Одни из главных утилизаторов топливных зол и шлаков – строители дорог. Наблюдения за опытными участками дорог, построенными в разное время в нашей стране и за рубежом, подтверждают возможность использования золы во всех слоях оснований дорожных одежд для любой транспортной нагрузки. Дорожные одежды с использованием зол и шлаков имеют достаточную прочность, морозостойкость, долговечность. Стабилизированные с помощью цемента и золы материалы продолжают увеличивать свою прочность с течением времени.

Мировой и отечественный опыт показывает перспективность использования золошлаковых смесей для вертикальной планировки городских территорий, осваиваемых для нового строительства. По санитарно-гигиеническим характеристикам и физико-химическим показателям в ряде случаев золошлаковые отходы могут служить полноценной заменой традиционному материалу отсыпки – речному песку.

Экономический эффект от использования в планировке ЗШО будет заключаться в экономии песка, отказе от строительства новых золоотвалов и, соответственно, в экономии капитальных вложений.

**11. Шлаки черной и цветной металлургии**

Также широко используются шлаки цветной и черной металлургии. Из доменных и ферросплавных шлаков черной металлургии и никелевых и медеплавильных шлаков цветной металлургии получают шлаковый щебень и песок, который используется в качестве заполнителей для тяжелых, мелкозернистых, жаростойких бетонов и для засыпок, а также для дорожного строительства.

**12. Шлаковая пемза**

Шлаковая пемза представляет собой пористую массу, полученную в результате поризации расплавленных шлаков. Раздрабливая шлаковую пемзу на куски определенной величины, получают пористый щебень и песок, называемые термозитом. Для производства шлаковой пемзы используют огненно-жидкие шлаки цветной и черной металлургии, поэтому и производство шлаковой пемзы возможно в районах металлургической промышленности.

**13. Процесс производства шлаковой пемзы**

Сущность изготовления шлаковой пемзы состоит в том, что расплавленный шлак с температурой около 1300°С обрабатывается холодной водой. Благодаря мгновенному испарению воды и связанному с этим быстрому остыванию шлака вязкость последнего возрастает. Пузырьки пара не могут преодолеть пластически вязкое состояние расплава, застревают в нем и вспучивают его. В результате образуется легкий пористый материал, напоминающий природную пемзу.

Шлаковая пемза состоит из мелкокристаллических шлаковых новообразований, некоторого количества стекла и пор размером от 0,04 до 4,5 мм. Стенки, разделяющие между собой поры, по толщине составляют 0,01—2 мм. Объемная масса пористого шлакового песка не должна превышать 1200 кг/м3. Величина предела прочности при сжатии колеблется от 4 до 20 кг/м2. Шлаковую пемзу в зависимости от объемно-насыпной массы делят на марки 400—600 и 800 и 1000.

Для получения шлаковой пемзы используют расплавы доменных шлаков, не склонных к распаду. Иногда, чтобы предотвратить силикатный распад шлака, в расплав вводят стабилизаторы, затрудняющие полиморфные превращения двухкальциевого силиката. В качестве стабилизаторов используют фосфорит или апатитовый концентрат (0,2—0,3%).

Шлаковую пемзу получают водоструйным, гидроэкранным, бассейновым и брызгально-траншейным способами.

Бассейный способ получения шлаковой пемзы состоит в том, что расплав шлака сливают в стационарную или опрокидную ванну с перфорированным непрерывно увлажняемым днищем. Благодаря этому вода интенсивно испаряется при соприкосновении с расплавом и поризует его. В опрокидном бассейне вспучивание и охлаждение длится примерно около 15 мин. Образовавшуюся шлаковую пемзу извлекают из бассейна, выдерживают 24—36 ч и затем дробят и рассеивают на грохотах на отдельные фракции.

По струйному способу расплав шлака струей сливают в лоток. Падающую струю шлака разбивают на мелкие гранулы, перпендикулярно направленными к ней сильными струями паровоздушной смеси. Этими же струями гранулы шлака вовлекаются в камеру смешения, где вспучиваются и смешиваются между собой, а затем с большой скоростью выбрасываются на экран. Ударяясь о него, гранулы слипаются в куски, которые при поступлении в приемное устройство увеличиваются в размерах.

Брызгально-траншейный способ характеризуется тем, что расплавленный шлак сливается в специальные почти с вертикально отвесными стенами траншеи глубиной 3,5—4,5 м, длиной от 100 до 350 м, шириной 15—20 м. Вдоль стен траншей по верхнему краю их проложены водоводные трубы с брызгалами.

Во время слива шлака в траншею струя его пронизывается сильными струйками воды из брызгал. В результате этого шлак вспучивается и падает на дно траншеи. В траншее он продолжает поризоваться еще около 2 ч. После затвердения поверхности шлака в траншее его обильно поливают водой. По остывании шлаковую пемзу дробят и рассеивают на фракции.

**14. Применение шлаковой пемзы**

Шлаковую пемзу применяют в качестве пористого заполнителя конструкционных, кострукционно- и **теплоизоляционных легких бетонов**.

Шлаковая пемза М 750... 900 может также использоваться при получении высокопрочных бетонов для различных несущих конструкций. Однако необходимо иметь в виду возможность коррозии стальной арматуры в шлакопемзобетоне из-за содержания в шлаке серы, при производстве предварительно напряженных конструкций, особенно с проволочной арматурой, стойкость арматуры в шлакопемзобетоне должна быть установлена специальным исследованием.

**Заключение**

В конце работы мы можем сделать вывод о том, что возможность применения шлаков в строительной индустрии очень велика, а также о том, что шлаки являются не только загрязняющим грузом, но и весьма полезным сырьем. При применении, которого меняются свойства привычных строительных материалов, как в положительную так и в отрицательную сторону.

Так, например, при рассмотрении основных свойств шлако-портландцемента мы можем увидеть, что вследствие пониженного тепловыделения при твердении и малой усадки шлакопортландцемента его можно весьма эффективно применять для внутримассивного бетона гидротехнических сооружений.

Но в силу пониженной морозостойкости шлакопортландцемента его нельзя применять для бетонных и железобетонных конструкций, подвергающихся систематическому попеременному замораживанию и оттаиванию или увлажнению и высыханию.

Также можно сказать, что некоторые шлаки весьма экономичны, по сравнению с некоторыми природными сырьевыми материалами, так например, шлаковый щебень в 1,5-2 раза дешевле природного и требует в 4,5 раза меньше удельных капитальных вложений. Шлаковая пемза в 3 раза дешевле керамзита и требует в 1,5 раза меньше удельных капитальных вложений. И таких примеров большое количество.

Также мы подробно познакомились с практическим применением золошлаковых отходов. И выяснили, что в настоящее время основное количество золы используется в строительной индустрии, а именно, в производстве цемента, кирпича, изделий из ячеистого бетона, шлакоблоков, легких заполнителей, рубероида, керамзита, в строительстве дамб золошлакоотвалов, строительстве и ремонте дорог. Применение зол и шлаков ТЭС в качестве строительных материалов является наиболее масштабным направлением и может решить проблему дефицита стройматериалов в регионах Российской Федерации. За счет использования ЗШМ экономится до 30% цемента и более половины природных заполнителей, снижается теплопроводность бетонов, снижается масса зданий и сооружений.

Мы рассмотрели шлаки шлаки цветной и черной металлургии. Выяснили, что что к щебню и песку из шлаков цветной и черной металлургии для бетонов и для строительства дорог применяются разные стандарты и технические требования. Познакомились с применением шлаков цветной и черной металлургии, а именно с производством шлаковой пемзы. Изучили основные способы ее получения и применения.

Множество технологий применения шлаков находятся на стадии развития, поэтому для инженеров строительной индустрии имеется большое поле для деятельности.

**Библиографический список**

1. М.Ю. Бутт «»
2. В.Г. Микульский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов и др. «Строительные материалы. Материаловедение и технология.» Москва. 2002 г.