

tión isotérmica descrita en la producción de agregados ligeros piro-expandidos, consierne con la materia prima a expandir en la siguiente forma:

Se establece un tipo de estructura inorgánica general como base la cual debe estar presente en el material destinado a producir el agregado ligero, ajustando la composición de este y sujetándolo al mismo proceso y sistema de producción para obtener el agregado piro-expandido, lo que viene a darle el carácter de universal mencionado para la grava y arena.

La estructura base seleccionada esta representada por un considerable grupo de silico-aluminatos naturales cuyos compuestos deben tener en su constitución agua de combinación u otro compuesto químico inorgánico susceptible de descomposición térmica con desprendimiento de CO₂, SO₂ y otros, estando limitada su selección fundamentalmente por su punto de fusión, el que debe de ser adecuado conforme a los materiales de construcción empleados en el sistema de producción y a la economía del proceso.

Los silico-aluminatos aludidos, constituyen los compuestos más abundantes en la corteza terrestre, no presentando ningún problema su localización en lugares adecuados de acuerdo con los centros de consumo, pudiendo citar como ejemplos los siguientes: todo tipo de barro, una gran gama de arcillas, numerosos materiales de tipo pseudo-perlítico los ya mencionados en el grupo de agregados piro-expandidos y otros muchos compuestos naturales.

Estos silico-aluminatos deben ajustarse en su composición de manera que permitan la formación de pequeñas cantidades de silicatos y aluminatos de calcio, ferrosilicatos, ferroaluminatos y otros compuestos que se identifican en un Cemento Portland. El control de la composición del material a expandir aunado a las condiciones que crea en el reactor de expansión la combustión isotérmica ya descrita, permite a la que se requiere en los hornos productores de clinker.

La presencia de los compuestos aludidos en las partículas de agregado trae como consecuencia la producción de concretos con propiedades muy satisfactorias en virtud de que en un concreto elaborado con este tipo de agregado se establece continuidad química entre la red cristalina del cementante que abraza la partícula de agregado y la partícula misma de tal manera que el cementante no solo trabaja por adherencia mecánica sino que simultáneamente hace su aparición la adherencia química, la cual esta presente en mayor o menor grado dependiendo de la técnica seguida en la fabricación del agregado piro-expandido.

Sistema de producción

El diagrama de flujo de la figura (2) nos muestra el sistema completo empleado en la producción de agregados ligeros aplicando los nuevos criterios descritos.

Las diferentes clases de materias primas susceptibles de emplearse se pueden agrupar en: materiales de tipo térreo y materiales de tipo rocoso siendo básico la preparación que se haga de los mismos antes de llevarlos a la

piro-expansión. Los pasos comprendidos en la producción son:

A) El material se muele y clasifica:
Si es de naturaleza pétreo la clasificación se hace directamente a las granulometrías que se empleará en la piro-expansión.
Si es tipo térreo se clasifica de modo de ser peletizado.

B) Ajuste de la composición de la materia prima:
El material pétreo se impregna con los productos seleccionados para el ajuste de su composición.

Los materiales térreos se peletizan agregando simultáneamente las sustancias requeridas para ajustar su composición.

C) Las partículas de material ya preparadas pasan a través de un reactor u horno primario donde tienen lugar los siguientes procesos o cambios: precalentamiento y secado del material, cambio primario de estructura química y fijación de las sustancias introducidas para ajuste de composición.

D) A continuación el material penetra en el reactor de expansión donde simultáneamente tiene lugar esta y la formación de los compuestos que van a dar origen a la adherencia química, operándose en este reactor como se explicó anteriormente a temperatura prácticamente constante.

E) Finalmente el agregado ligero producido en el reactor anterior pasa a un enfriador generalmente de tipo rotatorio de donde sale el producto listo para su empleo.

Recuperación de Calor

Los gases salen del reactor de expansión, después de ceder parte de su calor sensible a fin de precalentar una porción del aire requerido para la combustión isotérmica, pasan al reactor primario para efectuar los procesos que se indicaron tienen lugar en el, lavándose dichos gases antes de salir a la atmósfera para evitar cualquier contaminación ambiental.

El aire procedente del enfriador, donde se ha precalentado a expensas del calor sensible del agregado piro-expandido, se emplea en la combustión isotérmica.

Finalmente merece mención especial la economía de combustible a que da origen la combustión isotérmica, dado que en este caso el proceso que tiene lugar en el interior del reactor de expansión se efectúa a expensas del calor de combustión como acontece en los procesos tradicionales que operan adiabáticamente.

Adicional a la recuperación de calor que representa un bajo consumo de combustible es importante señalar que las condiciones de operación apuntadas reducen

dan en el empleo de equipo sumamente compacto que se traduce en menores inversiones.

Los resultados en las pruebas siguientes con diferentes tipos de materia prima vienen a ejemplificar perfectamente lo expuesto.

SISTEMA PARA PIRO-EXPANSION DE SILICO ALUMINATOS

DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO

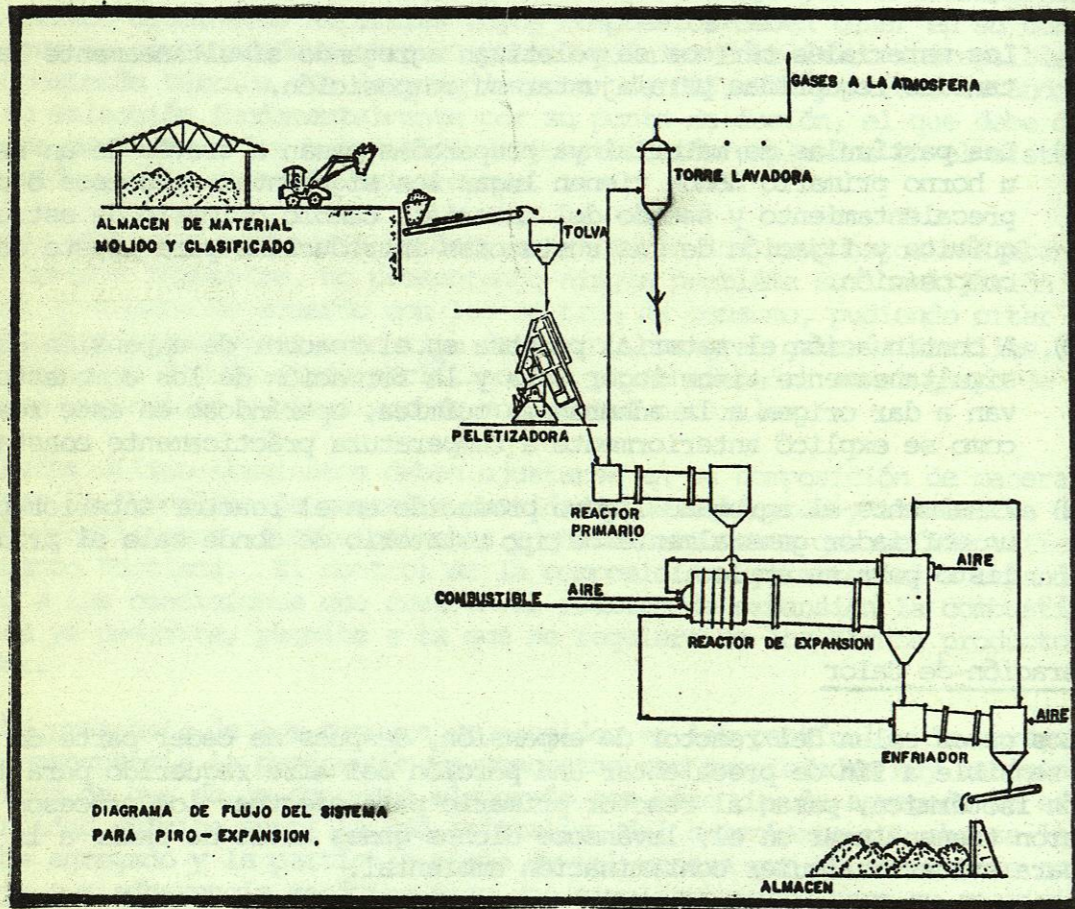


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA PARA PIRO-EXPANSION.

Primera Prueba

Materia prima a piro-expander: pseudoperlita.

Preparación: sin ajuste composición

Objeto: comprobar el efecto del proceso isotérmico en la calidad de agregado producido sin la formación de silicatos y aluminatos de calcio.

Composición de la materia prima:

SiO ₂	74.1
Al ₂ O ₃	13.3
K ₂ O	4.6
Na ₂ O	3.2
CaO	0.6
S ₂ O ₃	0.1
F ₂ O ₃	0.5
MgO	0.1
P.P. C.	3.5

Resultados:

El producto obtenido a temperatura variable de acuerdo con este trabajo se obtuvo un agregado ligero constituido por partículas bien definidas en forma y estructura y casi exento de polvo.

Propiedades; Agregado:

Peso volumétrico	049kg/m ³	(28 lb/ft ³)
Factor K	0.778 $\frac{\text{cal}}{\text{hr. cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/cm.}}$	(0.627 $\frac{\text{BTU}}{\text{hr. ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F/in.}}$)

Concreto: (no estructural)

Proporcionamiento	160 kg. cemento/m ³ agregado
Peso volumétrico	0.733 kg./m ³ (45.7 lb./ft ³)
Factor K	1.61 $\frac{\text{cal}}{\text{hr. cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/cm}}$ ($\frac{1.3 \text{ BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F/in}}$)

Resistencia a la compresión 51.
51.5 kg./cm² (758 lb/in²)

Contracción por secado 0.045%

Segunda Prueba:

Materia prima a expander: barro común

Preparación: Peletizado. El material se encuentra ajustado a la composición necesaria.

Objeto: Comprobar el efecto del proceso isotérmico en la calidad del agregado simultaneamente con la formación de compuestos que dan origen a la adherencia química en los concretos.

Composición de la materia prima:

Si O ₂	53
AL ₂ O ₃	11
K ₂ O	2.2
Ca O	8.7
F ₂ O ₃	4.2
S' O ₃	3.8
Mg O	0.2
P.P.C.	15.4

Resultados:

Tratado a temperatura variable según procesos tradicionales, como en el ejemplo anterior el material se fractura produciendo exceso de polvo.

El agregado producido empleando el sistema descrito es uniforme y de una excelente calidad sin polvo.

Propiedades; Agregado:

Peso volumétrico 450 kg/m³ (28 16/ft³)
 Factor K 089 cal/hr cm.2 °C/cm. (0.72 $\frac{\text{BTU}}{\text{hr. ft}^2 \text{ °F/in}}$)

Concreto (estructural)

Proporcionamiento 320 kg cemento/m³ agregado.
 Peso volumétrico 1080 kg/m³ (67.3 16/ft³)
 Resistencia a la compresión (f'c) 314 kg/cm² (4616 Lbs/in²)
 Factor K 2.38 cal/hr. cm² °C/cm. (1.92 $\frac{\text{BTU}}{\text{hr. ft}^2 \text{ °F/in}}$)

Módulo elástico Similar al de un concreto.
 Adherencia Similar al de un concreto normal.

Pruebas Múltiples

Se han realizado pruebas de expansión con una gran variedad de barras, con

los que se ha seguido un procedimiento similar al de la segunda prueba, ajustando su composición durante la peletización. Los resultados obtenidos son comparables a los que se obtuvieron en la prueba mencionada.

CONCLUSIONES

Los trabajos hasta ahora efectuados por el Centro de Investigaciones en Química Inorgánica de la Universidad de Guanajuato, tanto en el laboratorio, como en un reactor piloto experimental y en un piloto industrial, han permitido lograr la combustión isotérmica y la producción de agregados de excelente calidad, considerando que esta tecnología podrá llevarse a plantas industriales de alta capacidad en un futuro inmediato. Actualmente se trabaja fundamentalmente en el control de la combustión isotérmica así como de la preparación del material.

Por lo que se refiere a los estudios económicos son positivamente promisorios.

CURRICULUM VITAE

El Sr. López Martín del Campo es ingeniero químico egresado de la Escuela de Ciencias Químicas de la U.N.A.M. en 1950. Fue director fundador del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad de Guanajuato y director de la Escuela de Ciencias Químicas de la misma universidad. Ha publicado diversos trabajos de investigación relacionados con procesos y beneficios de minerales -- así como diseño y construcción de cámaras reactores de cámaras para procesos termodinámicos y reactores para reacciones químicas.

Ha recibido medalla de oro por servicios prestados a la Universidad de Guanajuato y por la fundación del Laboratorio de Análisis de suelos de la misma Universidad, obtuvo el premio nacional de Tecnología en México en 1976.