

Diseño y Selección de los Componentes de un Sistema de Precocción de Camarón.

Jesse Hunter ⁽¹⁾

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción ⁽¹⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ⁽¹⁾
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador ⁽¹⁾
jhunter@espol.edu.ec ; jessehunter10@hotmail.com ⁽¹⁾

Manuel Helguero ⁽²⁾

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción ⁽²⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ⁽²⁾
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador ⁽²⁾
mhelguer@espol.edu.ec ⁽²⁾

Resumen

La planta procesadora de camarones KARPICORP S.A.. se ha desarrollado como una compañía dedicada a la producción y exportación de camarón de la más alta calidad, para ello cuenta con un grupo humano altamente calificado y en constante capacitación, lo que se refleja en sus productos y satisfacción de los clientes. En esta tesis se propone diseñar uno de los procesos con los que el camarón adquiere un “valor agregado” como es el proceso de precocado, el mismo que consiste sumergir el producto en agua dulce caliente unos cuantos segundos hasta que éste se cuece en su parte interior. La forma en que se logrará el cocido del camarón será diseñando un sistema de calentamiento o transferencia de calor, manejando como fluido de transferencia aceites especiales de alta conductividad que permiten trabajar en su fase líquida sin generar presión ya que nunca hierven. Esta característica los hace ideales para lograr altas temperaturas de proceso con un bajo margen de riesgo a las personas y equipos, superando en muchos aspectos al vapor. Finalmente se indicarán los costos de los equipos, así mismo como los gastos necesarios para poder instalar este proceso en una planta.

Palabra claves: *valor agregado.*

Abstract

The shrimp processing plant KARPICORP S.A. has been developed like a company dedicated to produce and export the highest quality shrimp, for that work it has a big qualified people group who trains constantly, This is reflected in its products and customer satisfaction. This thesis proposes a design of the processes with the shrimp gets a "value added" as the pre-process, that the product is immersed in hot fresh water a few seconds until it is cooked in its part inside. The way we will achieve the cooked shrimp is designing a heating system or heat transfer, fluid handling and transfer of special oils of high conductivity that can work in liquid phase without generating pressure and never boiled. This feature makes them ideal for achieving high temperature process with a low margin of risk to individuals and teams, surpassing in many respects to the steam. Finally, indicate the costs of equipment, as well as the expenditure needed to install this process in a plant.

Key words: *value added*

1. Proceso de Precocción de Camarón.

El mercado internacional del camarón ha obligado a incrementar y mejorar su producción en piscinas o camaroneras, es así que tanto el Ecuador como otros países productores y exportadores de camarón se han visto obligados en implementar distintos tipos de procesamientos realizados además del descabezado que permiten darle un valor agregado a su producción y así abrirle más campo al crustáceo a nivel internacional.

En Ecuador Es ahí, donde las plantas empacadoras de camarón comienzan a implementar procesamientos como el sancochado, precocido, el pelado y desvenado, el empanizado, entre otros.

Se conoce como precocido a la acción de hervir los camarones en agua potable, agua de mar limpia o salmuera, o de calentarlos al vapor durante un período para que el centro térmico del camarón alcance una temperatura suficiente para coagular la proteína.

El precocido es una operación crítica que influye en la textura, color y sabor, y que si se lleva a cabo descuidadamente puede determinar una pérdida considerable de peso, es decir, se debe ser muy cuidadoso con este proceso o cualquier otro tratamiento térmico en cuanto al rendimiento y calidad del producto final.

La capacidad térmica del cocedor deberá ser suficiente para que el agua alcance el punto de ebullición uno o dos minutos después de haberse introducido los camarones. En algunas especies de camarones podría ser necesario agitar el producto durante la cocción.

El tiempo del precocido deberá medirse desde el momento en que se ha alcanzado la temperatura requerida. Basar el tiempo de cocción en el tiempo que el camarón tarde en flotar no es un criterio apropiado para determinar que la cocción ha sido suficiente.

2. Cliente.

KARPICORP S.A. se inició en la actividad camaronera hace más de 15 años contando en la actualidad con 1200 hectáreas. de cultivo, ubicadas en la provincia de El Oro al suroeste del Ecuador, en las cuales el camarón vive en armonía con el medio ambiente.

En el 2002 adquiere una planta procesadora de camarones, para ofrecer un producto fresco y de excelente calidad que satisfaga los gustos más exigentes.

A pesar de ser nuevos en el área de procesos y exportación del camarón, KARPICORP S.A., se ha desarrollado como una compañía dedicada a la producción y exportación de camarón de la más alta

calidad, para ello cuenta con un grupo humano altamente calificado y en constante capacitación, lo que se refleja en sus productos y satisfacción de los clientes en Estados Unidos, Europa y Asia, lo cual los ha ubicado en los primeros lugares de exportación. El objetivo principal de la empacadora es obtener la confianza de sus clientes, a través de una diversificación e innovación de productos de excelente distinción, que satisfagan los gustos más exigentes, y que cumplan con las normas internacionales de calidad.

2.1. Volumen de Ventas.

La metodología. La planta industrial tiene capacidad de proceso para 10000 libras diarias de camarón. Para su congelación y mantenimiento cuenta con cámaras, IQF y plaqueros.

La producción varía dependiendo de la demanda de sus clientes, pero se estima que aproximadamente de las 10000 libras de camarón, alrededor de un 25% se le realiza el precocido. Este proceso en el cual son cocinados en agua dulce solo se lo aplican a los camarones de menor talla, es decir a los que se clasifican como Pomada y los Small- Medium, mientras que el langostino únicamente es sometido al proceso de descabezado, pelado y desvenado mas no le realizan precocido.

2.2. Objetivos.

Cada diagrama. El objetivo principal al que se pretende llegar es emplear un sistema completamente industrializado en el que se logre cocinar las 2500 libras de camarón diarias que actualmente se demandan en un menor tiempo.

Se espera también que al implementar este sistema que vamos a diseñar no se necesiten más de dos operadores, ya que normalmente se requieren hasta 5 personas para llevar a cabo el precocido, el mismo que se lo realiza en pequeñas ollas calentadas por hornillas, pudiendo así emplearlos en el área de descabezado y pelado que es donde se necesita mayor cantidad de personal.

3. Diseño del Proceso.

El sistema de olla para precocido de camarón consta de un tanque en el cual se almacenará el aceite térmico, mediante una bomba se extraerá el aceite del tanque de almacenamiento y lo enviará por medio de tuberías hacia un serpentín que será calentado por medio de quemadores a gas, los mismos que son accionados por medio de una llama piloto, todo este primer proceso se lo realiza de preferencia en los exteriores del área de cocinado de camarón en las empacadoras, por cuanto las temperaturas son elevadas y así se evitará que el

calor se encierre y disminuya la eficiencia de los operarios.

En la segunda parte del proceso el aceite ya calentado en el serpentín fluye por tuberías hacia otro serpentín que se encuentra dentro de la olla de precocido, ésta a su vez se encuentra con un elevado nivel de agua y es ahí, que por transferencia de calor, el agua aumenta su temperatura y posteriormente cuando se llega a la temperatura óptima para el proceso se introduce una canastilla perforada que contiene los camarones que van a ser precocidos, los mismos que se mantienen sumergidos durante unos pocos segundos y, finalmente son retirados para dar paso a otra canastilla con producto. Esta segunda parte del proceso de precocido se lo realiza en un área dentro de la planta exclusivamente adecuada para el cocido de camarón.

3.1. Toma de Decisiones.

La industria camaronera y la industria alimenticia en general son regidas bajo normas internacionales para un correcto procesamiento de los productos, es así que la exigencia principal es que sus equipos de operación sean construidos en su totalidad en materiales apropiados resistentes a la corrosión, impermeables, exentos de picaduras, hendiduras o incrustaciones, no tóxicos y específicamente para las industrias camaroneras y pesqueras dichos materiales deben ser también resistentes a la acción del agua de mar, el hielo, la mucosidad del pescado, u otras sustancias corrosivas con las que puedan entrar en contacto. Las superficies de los equipos de trabajo deberán ser lisos y resistentes a las limpiezas frecuentes, incluido el empleo de detergentes; es por ello que vamos a diseñar nuestros equipos para el proceso de precocido íntegramente utilizando aceros inoxidables, tanto el AISI 316 que es de grado alimenticio, como el AISI 304 que es de uso general.

El acero inoxidable AISI 316, debido a sus propiedades es un acero de bajo contenido de C que presenta una resistencia a la corrosión muy enérgica. Este tipo de acero es resistente contra corrosión intercrystalina y tiene propiedades para ser embutido profundo, no es templable ni magnético. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, embotelladoras, tanques de fermentación, almacenamiento, barriles, equipos de leche, cereales, cocina, cubiertos, químicos maquinaria industrial como en los cuerpos de bombas y tubos; por su parte el AISI 304 es un acero inoxidable de grado austenítico, tiene buena resistencia a la corrosión y buenas propiedades para soldar.

Debido a todos los requerimientos anteriormente mencionados, la decisión más importante que se procede a tomar en el diseño es que, tanto la olla como el serpentín que van a encontrarse en contacto con el producto van a ser construidos en acero inoxidable AISI 316 que es de grado alimenticio, mientras que el

resto de los componentes serán de acero inoxidable AISI 304 para reducir los costos de los materiales.

Esto se debe a que la diferencia de precios entre los aceros inoxidables; ambos de la serie 300 es altamente considerable.

4. Diseño de los Componentes del Proceso.

Aceite Térmico

Los aceites térmicos son fluidos basados en aceites minerales parafínicos, altamente refinados y cuidadosamente seleccionados para proporcionar un performance superior en sistemas de transferencia térmica; pueden ser del tipo aceites minerales o aceites con base sintética.

El aceite debe ser física y químicamente estable dentro de los rangos de temperatura para el que está especificado, es decir, debe ser resistente al craqueo. El craqueo es el quiebre de las moléculas de hidrocarburos como consecuencia del aumento de la temperatura.

Debe poseer un alto coeficiente de transferencia de calor. En el caso específico de la transferencia de calor entre un metal y un líquido, los mejores resultados se logran al trabajar con velocidades del fluido sobre la superficie del tubo en régimen turbulento.

Tanque de Almacenamiento

Para el diseño del tanque se va a considerarlo como un cilindro de pared delgada ya que el espesor de la plancha con que se va a construir es de 1 mm.

Se ha decidido que la capacidad del tanque sea de 50 litros y sus dimensiones sean $L = 0.4$ m y $d = 0.4$ m.

El material en que se va a construir el tanque es acero inoxidable 304 L, ya que no tiene contacto directo con el producto.

Sistema de Tuberías

El sistema completo esta compuesto por tubería de acero inoxidable 304 L no pulida para soldar, de diámetro 26.67 mm. cedula 10, es decir 2.11 mm. de pared.

Selección de Bomba

Poniendo en consideración que el trabajo que va a realizar la bomba en este proyecto es de recirculación del aceite y que en el tanque de almacenamiento tenemos 45 litros de aceite térmico, y, teniendo en cuenta también que para tener un eficiente proceso aproximadamente la mitad de la cantidad de aceite almacenado es el que se debe encontrar en movimiento mientras que la otra mitad se debe encontrar en el tanque para evitar que se quemé el aceite y por ende una posible polimerización del mismo, se concluye que el caudal con el que va a operar nuestra bomba es de 5.6 GPM.

Debido a todos estos requerimientos la bomba que se seleccionará será Dayton No.2P105, 3450 RPM y

con sellos mecánicos reemplazables de acero inoxidable 316SS Viton Carbon Ceramic, los mismos que pueden operar en un rango de temperaturas de 4° C a 200° C.

Filtro de Aceite

Se puede detallar que el filtro en su totalidad será construido en acero inoxidable 304 L, cuerpo del filtro será diseñado en plancha de 1.5mm, el tamiz es de malla perforada R1 T2, donde R nos indica el diámetro de la perforación y T es la separación de centros.

La tapa será de material de 6mm, abisagrada, que poseerá un empaque de caucho a su alrededor para sellar completamente y evitar derrame de aceite. Tanto en la parte superior como en la parte inferior se colocan uniones universales de 3/4" para el acople del filtro con el sistema de tuberías.

Las dimensiones que llevará el filtro son:

$$D = 0.12m$$

$$h = 0.2m$$

$$t = 0.001 m$$

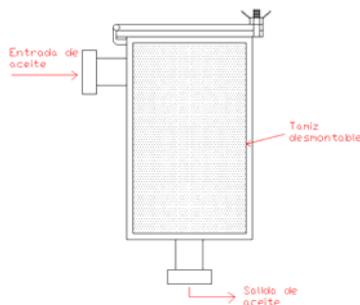


Figura 1. Filtro de aceite

Quemadores Atmosféricos

Los quemadores son los equipos donde se realiza la combustión, por tanto deben contener los tres vértices del triángulo de combustión, es decir que deben lograr la mezcla íntima del combustible con el aire y además proporcionar la energía de activación.

Una parte del aire necesario para la combustión (Aire Primario) se induce en el propio quemador por el chorro de gas salido de un inyector (efecto Venturi); el aire restante (Aire Secundario) se obtiene por difusión del aire ambiente alrededor de la llama. En este tipo de quemadores se tienen combustiones con altos índices de exceso de aire.

La regulación del aire (con gas a presión constante) se puede conseguir variando la sección de entrada de aire, por obturación de los orificios por donde entra, mediante capuchón deslizante.

Lo más habitual es que únicamente se module la válvula de gas, dejando en una posición fija la entrada de aire en la puesta en marcha.

Para diseñar un quemador existen dos parámetros de diseño principales, que son el tipo de combustible a quemar que es Gas Licuado de Petróleo (GLP) y la potencia calorífica que se va a utilizar que será de 24 KW.

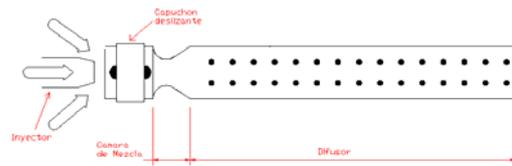


Figura 2. Esquema de un quemador atmosférico

Serpentín de Tubos

Un serpentín consiste en un tubo metálico, en nuestro caso de acero inoxidable 304, de gran longitud, plegado sobre sí mismo numerosas veces de modo que esté contenido en un espacio muy reducido, aunque presentando una gran superficie que permite un intenso intercambio de calor.

Para efectuar el diseño del serpentín se tiene que tomar en cuenta que el intercambio de calor se efectúa por proceso de convección, la misma que se refiere a la transferencia de calor entre la superficie de los tubos y un fluido en movimiento, que es el generado por los quemadores.

Luego de hacer los respectivos cálculos se puede realizar un diseño de un serpentín de 3 pisos, con 6 tubos de 0.3 metros de longitud en cada piso debidamente espaciados y con uniones universales de 3/4" en la entrada y la salida de aceite.

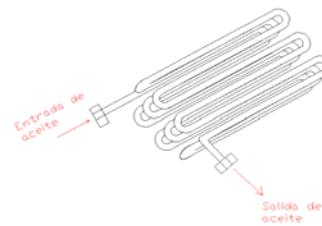


Figura 3. Serpentín de tubos

Olla de Precocción

La olla que se va a diseñar debe poseer ciertas características que debido a su importancia se han tomado como exigencias para el tratamiento del producto, porque como se ha indicado anteriormente, la cocción o cualquier otro tratamiento térmico de los camarones es un proceso muy crítico en cuanto se refiere al rendimiento y calidad del producto. Para lograr la adecuación y uniformidad del tratamiento, el equipo utilizado debe estar proyectado para trabajar a la carga máxima de elaboración que se haya calculado. Para proteger la calidad del producto, el equipo debe ser de material resistente a la corrosión y estar construido en forma que pueda ser fácilmente vaciado, lavado y sometido a tratamiento sanitario.

El cuerpo de la olla es cilíndrico, mientras que la base tiene forma de cascarón semiesférico con la finalidad de tener los bordes redondeados y así facilitar la limpieza y evitar tener filos donde se puedan quedar impurezas o restos de producto.

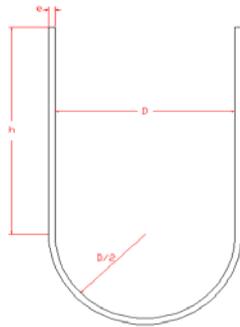


Figura 4. Cuerpo de la olla

Las dimensiones serán dadas a continuación según los requerimientos de producción:

- $h = 0.60 \text{ m}$
- $D = 0.5 \text{ m}$
- $e = 0.002 \text{ m}$
- $W = 9800 \text{ N / m}^3$

Serpentín Helicoidal

Los intercambiadores de tubo en espiral consisten en un grupo de serpentines concéntricos arrollados en espiral, por lo general conectados por múltiples (manifolds).

Este serpentín nos va a servir para suministrarle el calor necesario al agua que se encuentra dentro de la olla para efectuar la cocción de los camarones.

Para su diseño se a tomará en consideración que el material a utilizarse es tubería de acero inoxidable AISI -316 L de 3/4" cédula 10 ó 26.67mm. de diámetro exterior por 2.11mm. de pared.

El serpentín tendrá un diámetro de 0.4m, es así que el número de espiras será de 6.

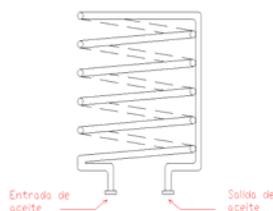


Figura 5. Serpentín helicoidal

Canastilla

La canastilla será la que va a contener el producto dentro de la olla en el momento de la cocción y haremos nuestras consideraciones para el diseño de la canastilla con un peso aproximado de 20 libras de camarón que es lo que se manejará entre 1 a 1 minuto y medio entre cocido y cocido dependiendo también de la rapidez de los trabajadores; pudiendo sobrepasar la meta tope de aproximadamente 2500 libras de camarón cocidas diariamente entre las clases Pomada y Small-Medium.

La forma que llevara la canastilla es cilíndrica, se trabajará con plancha de acero inoxidable 316 L de 1.5 mm. de espesor y la mandamos a realizar perforaciones de $\phi 6 \text{ mm.}$ al 30% del total de lo que vamos a utilizar; los bordes estarán libres de perforaciones para poder realizar sin ningún problema la soldadura. El diseño de forma de la canastilla será el siguiente:

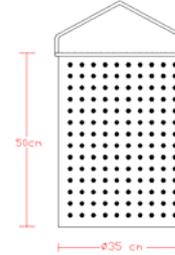


Figura 6. Canastilla

Controladores Electrónicos

En esta tesis se utiliza un sistema básico para el control de la temperatura en la olla de precocido, para ello se trabaja con un sistema de lazo cerrado que incluye cuatro elementos esenciales y de igual importancia que son:

Carga: Es el objeto cuya temperatura se va a mantener en una constante, un valor específico.

Calentadores: Proveen calor al sistema, en este caso los quemadores atmosféricos.

Sensor: Es el encargado de leer las temperaturas en el sistema, así como una termocupla, y alimenta de información al controlador.

Controlador: Dispositivo el cual compara la información recibida del sensor (valor del proceso) con la temperatura decidida (set point).

5. Análisis de Costos

En este capítulo se realizará el análisis de costos de fabricación de todos los equipos y accesorios descritos en capítulos anteriores, se incluirá también los costos de mano de obra y el beneficio o ganancia que se recibirá por la construcción del proceso.

Las cotizaciones se han realizado enteramente en el mercado nacional contemporáneo a la elaboración de esta tesis

Tabla de Costos Totales

	Costos de Construcción	Mano de Obra	Materia Prima	Beneficios del 30%	COSTO TOTAL
TANQUE	\$74	\$114	\$219.55	\$122.26	\$529.81
FILTRO DE ACEITE	\$154	\$89	\$270.02	\$153.90	\$666.92
SERPENTIN DE TUBOS	\$449	\$222	\$111.77	\$234.83	\$1,017.60
QUEMADORES ATMOSFERIC	\$125	\$89	\$35.06	\$74.71	\$323.77
OLLA	\$894	\$405	\$1,570.55	\$860.86	\$2,317.41
SERPENTIN HELICOIDAL	\$168	\$89	\$250.80	\$152.34	\$660.14
CANASTILLA	\$84	\$89	\$357.10	\$159.03	\$689.13
INSTALACION DE TUBERIAS	\$148	\$89	\$433.27	\$201.08	\$871.35

El valor total de la construcción y el diseño del proceso de precocido de camarón es

\$ 7076.13 (SIETE MIL SETENTA Y SEIS 13/100 DOLARES AMERICANOS).

6. Conclusiones

- Con las dimensiones que se le ha dado a la canastilla y asumiendo que los operadores no demorarán mas de lo establecido en cocinar el camarón, se lograran procesar alrededor de 3850 libras, superando las 2500 libras que actualmente se cuecen diariamente.
- Todas las superficies que toque el camarón serán de material apropiado resistente a la corrosión, liso y fácil de limpiar.
- La olla estará construida en forma que permita un suministro constante y suficiente de calor de tal modo que todos los camarones reciban el mismo tiempo de exposición y a la misma temperatura de cocción.
- El equipo de calentamiento usado en la cocción deberá estar dotado de dispositivos automáticos de control y registro de temperatura.
- Cuando deja de trabajar la bomba, automáticamente dejan de trabajar los quemadores, evitando así que el aceite que queda en el serpentín se quemé y por consiguiente se polimerice.
- Siguiendo las recomendaciones de esta tesis, el sistema de cocción de camarón podrá estar operativo unos 6 años.

7. Recomendaciones

- Se recomienda realizar el cambio del aceite térmico cada 8 meses para evitar así que disminuyan sus propiedades.

- Realizar limpieza del filtro de cada 30 días para evitar que cualquier impureza obstruya el flujo normal del aceite.
- Los quemadores y las boquillas del mismo deberán estar sometidos a inspección y limpieza cada 8 meses.

8. Agradecimientos

Se agradece la colaboración y constante asesoramiento al Ing. Manuel Helguero por las facilidades brindadas para el desarrollo de este trabajo.

9. Referencias Bibliográficas

- [1]. _____. GRAINGER, Catálogo de Bombas.
- [2]. _____. IVAN BOHMAN, Catálogo de Aceros Especiales y Productos.
- [3]. _____. SHIGLEY JOSEPH E, "Diseño en Ingeniería Mecánica", Editorial Mc Graw Hill, México Septiembre de 1990.
- [4]. _____. INCROPERA FRANK E, DE WITT DAVID P, "Fundamentos de Transferencia de Calor", Editorial Prentice Hall, Mexico 1999.
- [5]. _____. KARPICORP S.A., www.karpicorp.com
- [6]. _____. REPERMETAL, Catálogo de Productos

Jesse Richard Hunter Valle
Estudiante

Ing. Manuel Helguero G.
Director de Tesis

