

Análisis de la relación entre los parámetros de funcionamiento y el índice consumo en transportadores de tablillas.

Analysis of the relationship between the operation parameters and the consumption index in splint conveyors.

Dr. Ing..EUSEBIO PÉREZ CASTELLANOS. Universidad Central de Las Villas, eusebiope@uclv.edu.cu, Esp. Ing. RENÉ REYES PEREZ Centro Universitario de Las Tunas, renerp@ult.edu.cu, LUZ MILADY LÓPEZ NAVARRO Universidad central de Las Villas, luzm@uclv.edu.cu, Ing. ALBERTO AZARET GALÍ Universidad de Sancti Spíritus, azaret@suss.co.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla un análisis de la potencia demandada por los transportadores de tablillas y la relación existente entre la misma y las variables de montaje y operativas en este tipo de transportadores. Se analiza la dependencia de la capacidad, la potencia y el índice de consumo con la altura de la guardera y el ancho en este tipo de transportadores.

Palabras claves: **transportadores, tablillas, potencia, capacidad**

ABSTRACT

In this work an analysis of the power consumption in splint conveyors and the relationship between this parameter and the installation and operative variables in this type of equipments is developed. The dependence between the capacity, the power and the consumption index by one side and the height of the flanges and the width of the conveyor by another side is analyzed.

Key words: **conveyors, splint, power, capacity.**

INTRODUCCIÓN.

Los transportadores de tablillas se emplean en la mayoría de las empresas azucareras cubanas para la transportación de la caña. Las grandes capacidades que pueden transportar, debido a los valores elevados que puede tener el ancho del entablillado así como por la posibilidad de colocación de guarderas laterales fijas muy elevadas hacen de estos equipos elementos de trabajo muy útiles para la recepción y transportación de la caña. En este sentido también influye la robustez de estos transportadores ya que las tablillas se convierten en vigas individuales que soportan grandes masas encima de ellas, además de los impactos que se producen en la descarga de la caña desde los medios de transportación y en el accionar de los machetes o cuchillas preparadoras.

Por lo general estos equipos poseen guarderas laterales fijas. Pueden instalarse transportadores sin guarderas laterales pero solamente para trabajos de poca importancia.

Contra la utilización de los transportadores de tablillas se argumenta el elevado peso propio del órgano de tracción flexible, compuesto por 2, 3 ó hasta 4 cadenas de rodillos a las que se atornilla el entablillado, lo cual repercute en el consumo de potencia en vacío.

Esto hace necesario que se conozcan los índices de consumo por tonelada de material transportado y se tomen las medidas para su disminución, sin afectar la funcionalidad del equipo.

Precisamente el objetivo que se plantearon los autores fue investigar la influencia de la velocidad, el ancho del entablillado y la altura de las guarderas sobre la capacidad, la potencia y el índice de consumo.

DESARROLLO

Para desarrollar el trabajo se estudiaron las metodologías de cálculo existentes para los transportadores continuos destinados a manipular materiales a granel [1,2,3]. Todas coinciden en que para llevar a cabo un análisis adecuado de estos equipos se deben poseer los siguientes datos:

- Material a transportar.
- Traza de la transportación – lo cual incluye la longitud y la inclinación del equipo-.
- Capacidad deseada de transportación.
- Condiciones ambientales de trabajo.

Con el material se brindan las propiedades de granel, o sea, la densidad, el ángulo de talud, que es la pendiente natural que forma uno de los lados de una pila cónica de dicho material con una superficie horizontal cuando se deja caer libremente sobre la misma. Es necesario conocer además el coeficiente de fricción del material a transportar con el órgano portante.

Las condiciones ambientales se desprenden del medio en que va a trabajar el equipo, deben complementarse con las características de lubricación.

El cálculo de un transportador de tablillas hasta llegar a la potencia a consumir por el equipo se divide en tres grandes bloques:

- El bloque de capacidad.
- El bloque de tensiones.
- El bloque de potencia.

Bloque de capacidad

La capacidad de un transportador de tablillas se basa en la siguiente expresión [1,2,3]:

$$Q = 900.v.B.\rho[B.C_2.tg(0.4\varphi) + 4h.\psi] \quad (I)$$

donde

Q - capacidad potencial del transportador en t/h

v – velocidad de transportación en m/s

ρ - densidad del material a transportar en t/m³

C₂ – factor que tiene en cuenta la inclinación del transportador.

φ - ángulo de talud o de reposo del material a transportar.

H – altura de las guarderas laterales, en m.

ψ - factor de llenado: Esta es la relación entre la altura del colchón y la que poseen las guarderas laterales. Se recomienda entre 0,65 y 0,75.

Una vez que se ha calculado la capacidad potencial los operadores deben decidir a qué capacidad real van a operar el equipo. Se le denomina coeficiente de utilización técnica (CUT) a la relación entre la capacidad real y la potencial. Es recomendable que este coeficiente alcance valores entre un 85 % y un 95 % ya que de lo contrario se utilizaría

una proporción muy elevada de la energía suministrada en mover los elementos del transportador y una proporción menor en mover la carga.

Bloque de tensiones

En el bloque de tensiones se determina la distribución de tensiones a lo largo de la traza del transportador. Para ello se tienen en cuenta el peso propio de entablillado, el de la carga, la fricción de la caña con las paredes laterales y el factor de resistencia al movimiento, que tiene en cuenta las condiciones ambientales y de lubricación entre el buje y el pasador, en los eslabones de la cadena y la fricción por rodadura entre el rodillo y la guías del transportador. En los tramos rectos se calcula la diferencia de tensiones entre el inicio y el final del tramo mediante la siguiente expresión [2]:

$$\Delta S = \sum q \cdot L_i \cdot W_i' \cdot \cos \beta_i \pm \sum q \cdot L_i \cdot \operatorname{sen} \beta_i + W_l \cdot L_i \quad (\text{II})$$

donde:

ΔS - diferencia de tensiones en el tramo analizado, en N.

$\sum q$ - sumatoria de los pesos lineales en el tramo. Para la rama superior será el peso lineal de la carga más el del entablillado; para la rama inferior será el peso lineal del entablillado solamente.

L_i - longitud del tramo en m.

W_i' - factor de resistencia al movimiento.

β_i - inclinación del tramo en grados.

W_l - resistencia entre el material y la guardera.

El primer término de la expresión (II) representa el aumento de las tensiones por resistencia al movimiento a largo del tramo, debido al rozamiento en la cadena.

El segundo término representa la variación de tensiones por variación de la energía potencial gravitatoria (diferencia de elevación) a lo largo del tramo. Es positivo si la carga se eleva y negativo si la carga desciende.

El tercer término solamente se aplicará a los tramos cargados en transportadores con guarderas laterales y representa el aumento de las tensiones por rozamiento de la caña con dichas guarderas.

La resistencia por unidad de longitud debido a la fricción de la carga con las guarderas laterales puede calcularse por la expresión [2,3]:

$$W_l = 1000 \cdot \rho \cdot g \cdot h^2 \cdot \psi^2 \cdot \mu_a \quad (\text{III})$$

Todos los términos de esta ecuación se han definido anteriormente, excepto

μ_a – coeficiente de fricción de la caña con las guarderas laterales.

Para los cambios de dirección en los dientes de retorno se asume un aumento de la tensión de un 10 %.

Una vez que se tienen los aumentos de las tensiones en los tramos rectos y los locales por cambio de dirección se asume una tensión mínima, la cual se recomienda entre 1000 y 3000 N, en función de la longitud del transportador y su capacidad y con ello se puede calcular la distribución de tensiones a lo largo de la traza del transportador.

Bloque de potencia

Una vez que se han calculado las tensiones se puede determinar la diferencia de tensiones que tiene que vencer la rueda catalina para mover el entablillado, a la que se denomina tiraje efectivo y que es la base para calcular la potencia necesaria para mover el transportador.

Para ello se aplica la siguiente expresión [1,2,3]:

$$N = \frac{W_0 \cdot V \cdot k_s}{1000 \eta_t} \quad (IV)$$

donde:

donde

N – Potencia mínima a seleccionar en el motor en kW.

W₀ - Tiraje efectivo en newton, N, igual a la diferencia de tensiones entre la entrada y la salida de la rueda catalina.

V - Velocidad de transportación en m/s.

k_s - Factor de sobrecarga del motor. Este factor se recomienda tomar entre 1,2 y 2.

η_t - Eficiencia general de la transmisión.

Si se posee el dato de la capacidad real que manipulará el equipo y de la potencia demandada para ello se puede calcular el índice de consumo mediante la expresión [2]:

$$IC = \frac{N}{Q} \quad (V)$$

donde:

IC – índice de consumo en kWh/tonelada de material transportado.

N – potencia demanda por el motor que mueve el equipo, en kW.

Q – capacidad real de transportación de material en toneladas/hora.

Herramientas empleadas para el cálculo:

Como existen variables que influyen a la vez en la capacidad y la potencia, pero lo hacen de una manera diferente en cada una, se analizó el resultado que se produce en ambos parámetros al fijar diferentes valores de estas variables. Para ello se siguieron los siguientes pasos:

- Se implementó toda la metodología de cálculo en Excel.
- Se establecieron variaciones para la velocidad, el ancho del transportador y la altura de las guarderas laterales.
- Se graficaron los valores obtenidos en la capacidad, el consumo de potencia y el índice para los distintos valores prefijados de velocidad, ancho del entablillado y altura de las guarderas laterales, manteniendo constantes los demás parámetros de trabajo.

Con ello se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas y gráficos que se muestran a continuación. No se grafica el efecto debido a la variación de velocidad pues este parámetro influye linealmente sobre la capacidad y sobre la potencia y en este caso no hubo variación del índice de consumo (IC).

Como aclaraciones sobre los gráficos deben establecerse las siguientes

Para los gráficos de variación de la altura de la guardera y del ancho del transportador se asumió una velocidad de transportación de 0,15 m/s, con transportación horizontal, sobre una longitud de 40 m. El factor de llenado se tomó como 70 % en todos los casos. Se

asumió un coeficiente de utilización técnica del 100 %. Esto es, que la capacidad calculada es igual a la asumida para el cálculo de potencia.

La capacidad se dividió sobre 3,6 para poderla graficar en el mismo eje que la potencia.

Tabla I. Variación de la altura de las guarderas.

Variación del ancho del transportador			
B (m)	Q (t/h/3,6)	N (kW)	IC (kWh/t)
1.00	32	17	0.54
1.50	48	19	0.39
2.00	65	23	0.35
2.15	70	23	0.33
2.50	82	25	0.30

Tabla II. Variación del ancho del transportador.

Variación de la altura de las guarderas.			
H (m)	Q (t/h/3,6)	N (kW)	IC (kWh/t)
0.50	25	11	0.445
0.75	36	13	0.363
1.00	47	16	0.334
1.25	59	19	0.328
1.50	70	23	0.333

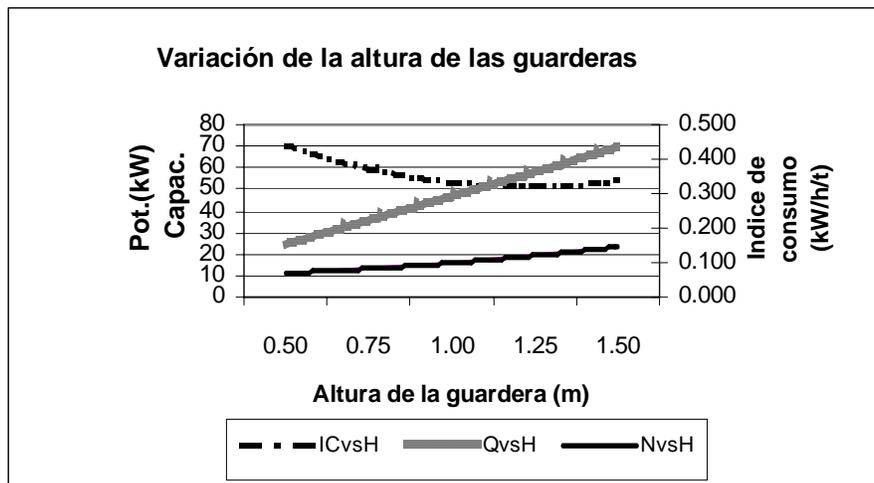


Figura I. Variación de la altura de las guarderas.

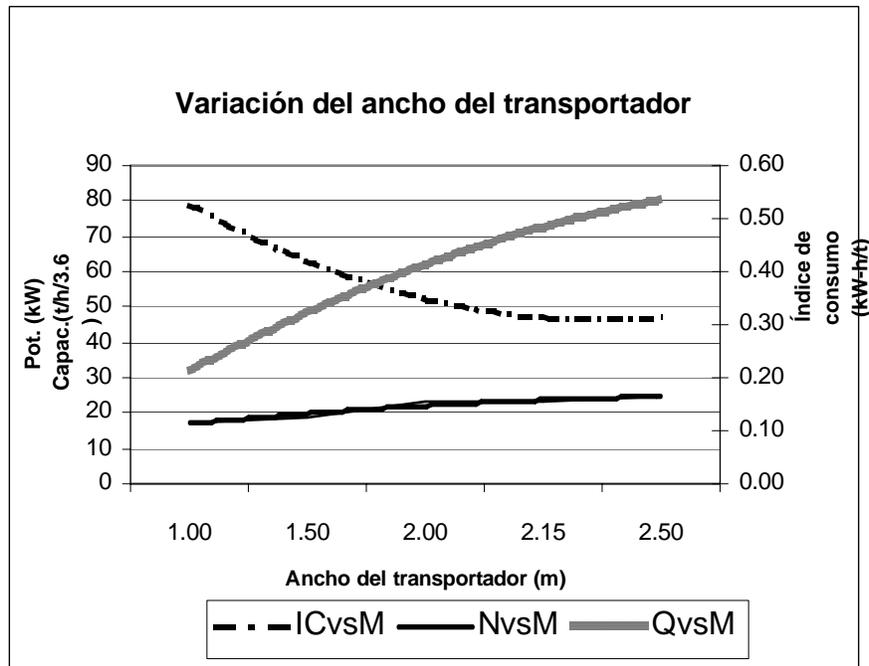


Figura II. Variación del ancho del transportador.
CONCLUSIONES

1. Tal como se esperaba de las ecuaciones, los gráficos mostraron que el índice de consumo no varía con la velocidad ya que la influencia de ésta es lineal sobre la capacidad y sobre el consumo de potencia.
2. Debe tenerse en cuenta que la variación de la velocidad es el camino más sencillo para variar la capacidad en este tipo de transportadores, aunque no puede hacerse de una manera indiscriminada ya que con ello aumenta el desgaste de las partes móviles del transportador y las cargas dinámicas sobre las cadenas.
3. Cuando se aumenta el ancho del transportador se logran una pendiente más elevada en el aumento de la capacidad que en el consumo de potencia y el resultado es que el índice de consumo disminuye. Esta decisión puede tomarse en el momento de diseño del equipo pero es muy difícil después de la construcción del equipo.
4. Cuando se aumenta la altura de la guardera ocurre algo similar que con el ancho del transportador pero en una proporción menor y además, los valores del índice de consumo tienden a estabilizarse a partir de determinado punto. La decisión de aumentar la altura de las guarderas después de la construcción del equipo no es tan compleja como la de aumentar el ancho pero sí más compleja que la de aumentar la velocidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Oriol Guerra José M., Máquinas de Transporte Continuo, Edición Editorial, 1988.
2. Pérez Castellanos E., Curso de Transportadores Industriales, Managua, 1997.
3. Spivakovski, A. and. Dyachov, V. Conveyors and Related Equipment, Peace publishers, Moscú. 1990

Iro de junio de 2007, "Año 49 de la Revolución"