

DISEÑO MECÁNICO DE UN SISTEMA DE COMPUERTA HIDRODINÁMICA APLICADA EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

AUTORES

¹Manuel David Zhunio González, ²Manuel Helguero G.

¹Ingeniero Mecánico, 2003

²Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1980, profesor de la ESPOL desde 1980

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el diseño de un sistema de compuerta hidrodinámica deslizante utilizada para controlar y regular la descarga de agua dentro de una Planta de Tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Guayaquil. Controlar el flujo de agua permite realizar trabajos de mantenimiento preventivo de los equipos instalados en los canales de acceso o realizar trabajos de emergencia sin tener que parar el bombeo en estos casos.

Primeramente mencionamos el alcance del proyecto para luego ir definiendo los parámetros de carga y características del fluido a controlar, seguidamente, se seleccionan los materiales de los elementos que conforman el sistema de compuerta, el mecanismo de accionamiento conveniente para realizar el análisis y obtener el mejor diseño posible, este diseño debe cumplir con las expectativas de aplicación.

Finalmente con el análisis de los resultados obtenidos se demuestra que es posible con este diseño proceder a construir y aplicar éste sistema de compuerta hidrodinámica para nuestro caso específico obteniendo un alto porcentaje de hermeticidad y fiabilidad.

INTRODUCCION

El diseño de compuertas metal mecánicas motivo del desarrollo de este proyectos surge de una necesidad en una planta de tratamiento de la ciudad de Guayaquil. INTERAGUA, antiguamente ECAPAG se ve en la necesidad de reemplazar un total de seis compuertas en hierro fundido para dos plantas de tratamiento en esta ciudad debido a que las instaladas presentan deficiencias irreparables en su funcionamiento.

Luego del diseño se procede a la construcción, el presente trabajo solo esta basado en el diseño del mecanismo. Para obtener resultados veraces se parte de un análisis de la carga aplicada sobre el elemento compuerta, se investiga sobre es sistema de bombeo y las dimensiones del canal donde se instalaran las compuertas, con estos datos se realiza los cálculos de carga dinámica y estática que golpea directamente al elemento.

Obtenidos los datos de carga se procede al análisis de diseño de cada elemento que conforma el sistema, estos son: cuerpo, sellos, vástago, cuñas, parantes laterales, pedestal, mecanismo de elevación y el volante, para esto se selecciona previamente el tipo de material para la construcción de cada uno de ellos . En base a la experiencia y recomendación por los fabricantes de compuertas a través de los años considerando a los propiedades altamente corrosivas del fluido a controlar.

El procedimiento que se sigue para el cálculo y selección de los elementos se puede aplicar sin inconveniente a mecanismos más grandes, pero hay que tomar

en cuenta las recomendaciones que se dan al final de este proyecto y así obtener los mejores resultados en el proceso de construcción.

CONTENIDO

En nuestro entorno y alrededor del mundo se presentan una serie de aplicaciones para el control de fluidos utilizando una variedad de sistemas mecánicos de acuerdo a la necesidad o a las condiciones exigidas por la naturaleza. Dentro de la ciudad de Guayaquil para obtener un buen resultado en el tratamiento de las aguas servidas se debe mantener en las mejores condiciones a las Plantas de Tratamiento existentes aquí.

El propósito del tratamiento de las agua negras, consiste en separar de ellas una cantidad suficiente de sólidos que permite que los que quedan al ser descargados a las aguas receptoras no interfieren con el más adecuado empleo de éstas. Los sólidos que se eliminan son principalmente de tipo orgánico, pero se incluyen también sólidos inorgánicos. Como el mejor empleo de las agua receptoras puede variar desde ser una agua para beber o de fines culinarios, la cantidad o grado de tratamiento que se da a las aguas o desechos depende de ello. Debe procurarse un tratamiento para los sólidos y líquidos que se eliminan como lodos, puede también necesitarse un tratamiento para controlar los olores, retardar las actividades biológicas o destruir los organismos patógenos.

CARGAS

Las compuertas de hierro fundido en donde un criterio muy relevante es la calidad, para cumplir con la finalidad de obtener una hermeticidad del 99.9% en retención del fluido y controlar los problemas de corrosión propios de las aguas servidas que influyen en el material de fabricación esta es la mejor opción.

Las cargas que actúan sobre la compuerta son de dos tipos, la estática, producto de la columna de agua que se da en caso crítico cuando existe reboce de la

cámara primaria, la carga dinámica es producto del trabajo de cuatro bombas que permanente bombean agua hacia la cámara primaria. Previo al cálculo de la carga dinámica realizo un análisis del sistema de bombeo para determinar la eficiencia a la que trabajan las bombas aquí instaladas.

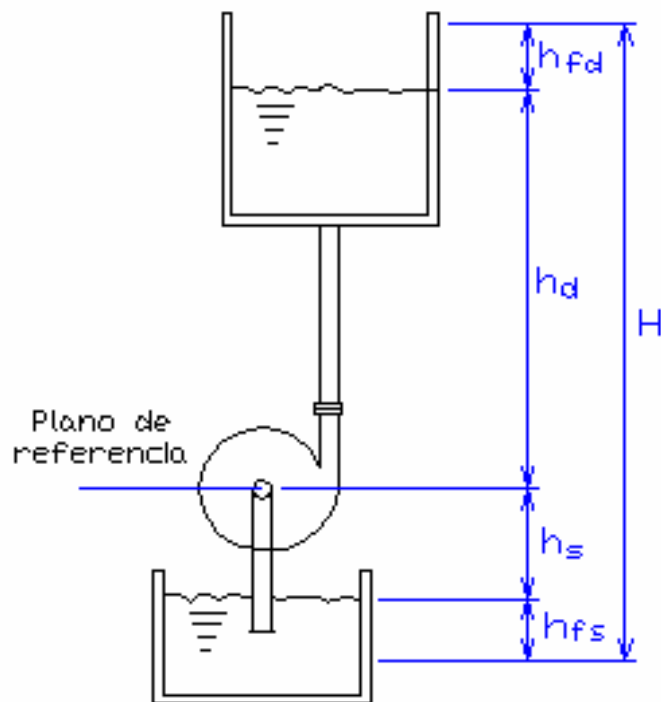


FIGURA 1. VARIABLES PARA EL CALCULO DE LA CARGA DE BOMBA

En la Planta de Tratamiento existen cuatro bombas instaladas en paralelo, he decidido observando el impacto del agua directo en el momento que la cámara se encuentra vacía que sobre cada una de las compuertas la carga de impacto es aproximadamente 1.5 de la fuerza que produce cada bomba, por consiguiente a fuerza total soportada por una compuerta esta dada por la suma de la fuerza estática mas 1.5 de la fuerza dinámica, o sea:

Fuerza estática	20768.2 N.
Fuerza dinámica	4664.3 N.
Fuerza total	25432.5 N.

Seguidamente se selecciona el tipo de material con que se construye cada elemento que conforma el mecanismo de compuerta, esto se escoge según la norma AWWA en base a las propiedades del fluido a controlar y a la experiencia que durante muchos años han utilizado otros fabricantes alrededor del mundo.

Cuerpo de la compuerta:	hierro fundido	ASTM A48
Estructura principal:	hierro fundido	ASTM A48
Pedestal:	tubería de acero	ASTM A-53
Vástago:	acero inoxidable	AISI 420
Sellos:	acero inoxidable	AISI 420
Volante:	acero bonificado	AISI 4140
Porta rodamiento:	acero inoxidable	AISI 420
Contra tuerca:	bronce fundido	SAE 64
Bocín:	bronce fundido	SAE 64
Cuñas:	bronce fundido	SAE 64
Pernos y tuercas:	acero inoxidable	AISI 420

CUERPO Y PARANTES

Viga principal se denomina a las vigas que atraviesan horizontalmente el cuerpo de la compuerta, éstas se encuentran apoyadas únicamente en los extremos, o sea donde se ubican los sellos, el momento que se ponen en contacto el sello y contrasello se realiza trabajo. Para la selección de estas vigas asumo que estas soportarán toda la fuerza del agua.

El marco guía es un complemento del cuerpo de la compuerta, se construye de hierro fundido que tiene colocadas unas contra cuñas y su función principal es ajustar las cuñas permitiendo un contacto fuerte de los sellos y contrasellos y así trabaje el mecanismo eficientemente marco guía esta formado por dos parantes, uno derecho y otro izquierdo que son empernados a la pared a nivel del marco, con pernos de anclaje, el alineamiento de los parantes debe ser preciso al momento del montaje ya que la compuerta se desliza libremente sobre los canales guía, para ajustarse al llegar la compuerta al punto más bajo permitiendo que el cuerpo selle, esto se logra calibrando las cuñas de apriete colocadas en el cuerpo.

VASTAGO

El vástago es uno de los principales componentes por ser el elemento en tensión que soporta todo el peso de la compuerta y fuerzas externas, como la fricción. Por esta razón antes de seleccionar el tipo de tornillo se calcula la carga de operación para bajar y subir la compuerta.

TUERCA Y CONTRATUERCA

La tuerca y contratuerca son dos importantes elementos dentro del mecanismo de elevación. La tuerca se encuentra ubicada a nivel del cuerpo de la compuerta, cuando ésta se cierra la tuerca se encuentra sumergida totalmente, su función es la de entrar en contacto con la compuerta permitiendo que ésta suba o baje según la necesidad.

PEDESTAL

El pedestal se denomina al elemento mecánico que soporta todo el peso de la compuerta y la fija contra el piso o superficie de apoyo, esta conformado por un tubo y dos placas soldadas en ambos extremos, la placa inferior fija todo el sistema contra una superficie metálica o directamente al concreto de acuerdo al diseño, es importante lograr una perfecta alineación del pedestal al momento de su instalación, de esta forma se evita que la compuerta funcione inclinada y a la larga genere problemas al resto de elementos mecánicos disminuyendo la vida útil del sistema.

ELEMENTOS DE SUJECIÓN

Los pernos y tornillos utilizados para sujetar los sellos, parantes y cuñas son de acero inoxidable 420, este tipo de acero es una aleación al cromo, dotado de buena resistencia a la corrosión, buena pulibilidad, resistencia al desgaste (sellos) y buena maquinabilidad entre otras propiedades. Todos estos elementos de sujeción se encuentran permanente mente sumergidos en las aguas servidas, las dimensiones de pernos y tornillos son las siguientes.

Parantes: pernos de expansión de O25 mm X 200 mm

Sellos: tornillos cabeza plana O4mm X 10mm

Cuñas: pernos de O19mm X 50 mm

SELLOS Y CUÑAS

Son los elementos (los sellos) que al entrar en contacto entre si impiden el paso de agua, son construidos de acero inoxidable 420 al cromo-níquel, en especial es un material que por su alta ductilidad tiene excelentes características de formado, cualidades de soldabilidad y buena resistencia a la corrosión principalmente.

Los sellos son platinas ubicadas alrededor del cuerpo de la compuerta en forma de marco sujetadas con pernos también en acero inoxidable, para un buen

funcionamientos el sello debe ser instalado sobre una superficie totalmente plana de preferencia mecanizada (referentaza) lo que asegura que no existan claros entre el sello y contrasello que permita la filtración de agua.

CUÑAS

Las cuñas son los elementos que permiten que la compuerta realice la función de sellar al momento de bajarla y que llegue a la posición mas baja. Las cuñas tienen una forma que permite poderlas calibrar para obtener los mejores resultados al momento de sellar.

De igual manera que la tuerca y contratuerca las seis cuñas se construirán de bronce fundido SAE 64, en general el bronce al plomo-estaño posee muy buenas cualidades antifricción, utilizado para trabajos con cargas y presiones altas es importante mantener un buen sistema de lubricación además de las buenas propiedades anticorrosivas.

MECANISMO DE ELEVACIÓN

El sistema de elevación está conformado por el vástago, pedestal, tuerca, contratuerca y volante, de este mecanismo depende la seguridad de la compuerta ya que una falla provocaría serios problemas en la planta o con el personal en caso de que este se encuentre en labores de reparación o mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. Los resultados del espesor en los nervios horizontales y verticales tienen diferentes valores, se selecciona un valor en base al mayor de ambos y con esto se mantiene homogeneidad en la forma del cuerpo de la compuerta.
2. El diseño del vástago se realiza considerando el caso en que la compuerta no descienda libremente cuando no se ejerce ninguna fuerza sobre el volante, o

sea cumple con la condición de seguro en el caso de no ser operada, esta no bajará con el simple peso del elemento.

3. En general el diseño de la compuerta satisface la necesidad, en base a los datos obtenidos aquí, se proceda a la construcción total de los elementos, se instala, se calibra, prueba y pone en marcha.

Finalmente con el análisis de los resultados obtenidos se demuestra que es posible con este diseño proceder a construir y aplicar éste sistema de compuerta hidrodinámica para nuestro caso específico obteniendo un alto porcentaje de hermeticidad y fiabilidad.

Las recomendaciones para la operación y mantenimiento garantizan una larga vida del sistema, por lo que es necesario crear cartillas para que estos puntos se realicen periódicamente.

REFERENCIAS

a) Tesis

Manuel Zhunio G., "Diseño mecánico de un sistema de compuerta hidrodinámica aplicada en una planta de tratamiento de aguas servidas en la Ciudad de Guayaquil", (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003)

b) Folleto

ALSTON, "Equipos para Riego y Saneamiento", (Fabricantes de Compuertas,2001)

c) Manual

Manual de MARKS, "Manual del Ingeniero Mecánico", (Manual, McGRAW-HILL, INTERAMERICANA DE MEXICO,1992)

Ing. Manuel Helguero

Director de Tesis