

Mezcladores

El mezclado es una de las operaciones unitarias de la ingeniería química más difíciles de someter a un análisis científico. Hasta el presente no se ha desarrollado ninguna fórmula o ecuación aplicable al cálculo de grado de realización al que se verifica la mezcla, o la velocidad con que se realiza, en determinadas condiciones.

Se dice a veces que solo el consumo de energía eléctrica de un mezclador proporciona una medida real del grado en que se ha completado una mezcla, porque se necesita una cantidad definida de trabajo para mezclar las partículas del material dentro del recipiente que lo contiene. Con todo, esto nunca es verdad en la práctica, debido a las interferencias imposibles de evaluar, tales como corrientes transversales, corrientes parásitas, que se establecen, (incluso en las mezcla de plásticos y sólidos) dentro del recipiente.

Tipos de Mezcladores:

Para diseñar o proyectar bien un mezclador hay que tener en cuenta no solo el elemento mezclador sino también la forma del recipiente. Un elemento mezclador muy bueno puede resultar inútil en un recipiente inadecuado. Además, no debe perderse de vista el resultado exacto que se quiere alcanzar, de modo que pueda obtenerse una mezcla ampliamente suficiente para conseguir dicho resultado con un coeficiente de seguridad bastante grande. De ordinario, el costo adicional que exige la capacidad mas grande del mezclador es insignificante comparado con el costo de toda la instalación que interviene en el proceso.

Puesto que la mezcla es una parte fundamental del proceso, es importante hacerla bien. Un mezclador bien diseñado puede evitar un embotellamiento en la fabricación.

El número de dispositivos utilizados para mezclar materiales es muy grande, y muchos de ellos no se distinguen por su perfección. Para que la tecnología de la mezcla pueda avanzar mucho será necesario tomar en consideración muchos modelos fundamentales como base de nuestros estudios y conocimientos. Esto no excluye, por supuesto, el desarrollo futuro de modelos nuevos y mejores, pero nos proporciona una base para conseguir una cierta normalización sumamente necesaria hoy.

Los mezcladores se agrupan en seis clasificaciones primarias:

- a.-) mezcladores de flujos o corrientes.**
- b.-) de paletas o brazos.**
- c.-) de hélices o helicoidales.**
- d.-) de turbinas o de impulsos centrífugos.**
- e.-) Mezclador de tambor.**
- f.-) tipos diversos.**

Mezcladores de corrientes

En este tipo de mezclador, se introducen los materiales casi siempre por medio de una bomba y la mezcla se produce por interferencia de sus flujos corrientes. Solo se emplean en los sistemas continuos o circulantes para la mezcla completa de fluidos miscibles. Rara vez se usan para mezclar dos fases, cuando se desea una gran intimidad. La palabra "turbulencia" no implica, por necesidad, una mezcla satisfactoria.

Mezcladores de Chorro: estos, entre los cuales están los sopletes oxhídricos, se basan en el choque de un chorro contra otro, generalmente ambos a presión. Este tipo de mezclador

se emplea a veces para líquidos, pero su mayor aplicación es la mezcla de combustibles gaseosos antes de inflamarlos.

Inyectores: consisten en esencia éstos en un tubo principal, y en un tubo, un surtidor, una tobera o un orificio auxiliar por el que se inyecta un segundo ingrediente en la corriente principal. Este tipo de mezclador, sencillo y poco costoso, se emplea mucho para mezclar, en cualesquiera proporciones, gases con gases, gases con líquidos, y líquidos con líquidos. Son ejemplo de mezcladores de este tipo, para la mezcla de líquidos mutuamente insolubles, los mecheros Bunsen, los quemadores de petróleo, las pistolas pulverizadoras, los carburadores, el cañón lanza cemento, los atomizadores y los mezcladores de tobera. El principal ingrediente puede ser un gas o un líquido. En algunos casos la velocidad de la corriente en la tubería principal induce la circulación del material en la tubería auxiliar. En otros casos se alimenta el material por la tubería auxiliar a presión y velocidad suficiente para que circule por la tubería principal. Este material procede del tanque de alimentación y se recircula por medio de una bomba exterior. Un requisito indispensable para que se produzca una mezcla rápida y completa en este tipo de mezclador es que la masa velocidad de la corriente auxiliar sea mucho mayor que la de la corriente principal.

Mezcladores de columnas con orificios o de turbulencia: estos mezcladores se basan en la transformación de la energía de presión en energía de velocidad turbulenta y encuentran muchas aplicaciones cuando la viscosidad es lo bastante pequeña para permitir que se completen las reacciones en el muy corto tiempo disponible. Ambos tipos son muy fáciles de instalar.

Sistemas de circulación mixta: estos, entre los cuales están los elevadores de agua por aire comprimido, los tubos "vomit" (vomitadores), los tubos de tiro largos y las bombas exteriores de circulación, suelen emplearse de ordinario para producir una renovación lenta del contenido de grandes depósitos de líquidos por medio de aparatos mezcladores relativamente pequeños. Prácticamente, en casi todos esos sistemas circulantes se agita cada vez solo una proporción muy pequeña del material, y esto los hace inapropiado cuando se desea producir continuamente la intimidad de la mezcla. No resultan nunca útiles cuando es necesario obtener una mezcla rápida y completa. Pueden introducirse en el elevador o bomba otros materiales, como gases, líquidos o lechadas, para asegurar una absorción o una mezcla preliminar antes de descargarlos en el depósito principal.

Bombas centrífugas: a veces se emplean éstas sin recirculación para mezclar líquidos previamente medidos y a menudo resultan útiles cuando solo se desea obtener una mixtura. El tiempo de "retención" suele ser menor de un segundo, que solamente es suficiente para que se produzcan reacciones instantáneas entre materiales inmiscibles.

Torres rellenas y de rociada: aunque éstas se usan por lo general para la absorción de un gas puro con un líquido o para la eliminación de una parte de una mezcla de gases, van empleándose mas cada día para eliminar de un constituyente de una mezcla líquida por medio de un líquido inmiscible de densidad superior o inferior. Por regla general, estas instalaciones funcionan a contracorriente, lo que explica en gran parte su éxito en muchas aplicaciones. Las torres rellenas no son convenientes cuando existe alguna tendencia a formarse un precipitado, pues en esos casos suele presentar dificultades el problema de la limpieza.

Mezclador de Paletas o Brazos

Este es, probablemente el tipo mas antiguo de mezclador y consiste en esencia en una o varias paletas horizontales, verticales o inclinadas unidas a un eje horizontal, vertical o inclinado que gira axialmente dentro del recipiente (aunque no siempre está centrado con éste). De esta manera el material que se mezcla es empujado o arrastrado alrededor del recipiente siguiendo una trayectoria circular. Cuando se trata de líquidos pocos espesos en recipientes sin placas desviadoras, las paletas imprimen siempre un movimiento de remolino a todo el contenido del recipiente. En todos los casos, el material directamente en la trayectoria de las paletas es empujado más aprisa que el que se encuentra entre

ellas. Este hecho tiene gran influencia para cambiar la relación mutua existente entre las láminas (o estratos) paralelas a las paletas. Sin embargo, una vez realizado este importante paso, las paletas carecen de medios eficaces para producir, en dirección perpendicular a ellas, fuerzas que corten transversalmente esos estratos y que los mezclen uno con otros. Este es su principal defecto. La estratificación se destruye en gran parte instalando en el recipiente placas desviadoras; las paletas pueden trabajar entonces mas lentamente, acortándose para que la potencia necesaria sea razonablemente baja. Doblando las paletas se aumenta la circulación axial en un recipiente con placas desviadoras, pero no tiene prácticamente efecto con un líquido de baja viscosidad en uno sin dichas placas.

Los mezcladores de paletas o brazos se emplean más que los de ningún otro tipo, porque:

- 1) son los más antiguos, los más conocidos y los primeros en que se piensa.
- 2) son a menudo de construcción casera.
- 3) el costo inicial es por lo general muy bajo.
- 4) y, sobre todo, muy buen resultado en muchas clases de trabajos.

Por ejemplo, para la mezcla o amasadura de pastas espesas o plásticas es indispensable el tipo de mezclador de brazos. Con todo, cuando es fácil que se produzca una estratificación, como sucede en la suspensión de sólidos bastante densos en líquidos ligeros o en la mezcla de pastas poco espesas o líquidos bastante viscosos, el mezclador de paletas es relativamente ineficaz, por muy bien diseñado que esté, desde los puntos de vista de la potencia necesaria y de la calidad de los resultados obtenidos.

Mezcladores de brazos rectos o de paletas en forma de remos: este es el modelo más corriente de mezclador, y puede ser horizontal o vertical. Las paletas pueden ser planas o dobladas, a fin de producir un empuje ascendente o descendente en el líquido. Merece la pena observar que en este último caso el resultado se parece mas al de una hélice que el de un remo.

Mezclador de rastrillo: el mezclador de rastrillos, es una modificación del de paletas rectas.

Paletas con lengüetas o dedos fijos intercalados: este tipo puede ser horizontal o vertical. En los líquidos poco densos, las lengüetas fijas tienden a impedir la formación de un remolino en toda la masa y contribuyen además a producir corrientes más o menos en ángulo recto con las lengüetas, facilitando así la mezcla. Éste tipo se usa también para mezclar líquidos densos, pastas y amasados, como pinturas, pastas de almidón y colas, y en este caso las paletas fijas facilitan el estirado, el corte y el doblado de los materiales, y por consiguiente, su mezcla.

Tipo de herradura: este tipo se utiliza en las marmitas, por lo general en trabajos rudos, como la mezcla de grasas, las fusiones de cáusticos, el amasado de pastas espesas, etc. Una característica distintiva de este mezclador es que el elemento mezclador se amolda siempre a las paredes del recipiente, barriéndolas o incluso rascándolas para arrancar el material pastoso o sólido apelmazado sobre ellas. Es especialmente importante impedir este apelmazamiento en las paredes en el caso de mezclas que puedan quemarse cuando se recalientan localmente o en los casos en que las paredes hayan de mantenerse limpia para permitir una buena transmisión del calor. Por consiguiente, este tipo (y otros que mencionaremos más adelante) se usa muchísimo en las marmitas con camisas o en los calderos de calentamiento directo en los que el contenido es espeso

Paletas corredizas: este mecanismo se utiliza para cargas muy grandes de pastas aguadas de sedimentación lenta, como la lechada de cemento y la pulpa de papel. La tarea suele consistir en mantener en suspensión el material, y los tamaños de los recipientes usados son pocas veces inferiores.

Cubetas giratorias con paletas excéntricas: el recipiente gira sobre una mesa giratoria y paletas excéntricas giran también dentro del mismo. Este tipo es de uso corriente para mezclar pequeñas cantidades de pintura espesa y de pasta para tintas.

Paletas de doble movimiento: este tipo se utiliza mucho para los materiales pastosos, como los adhesivos, las grasas y los cosméticos, y también para la confección de helados. Dos grupos de paletas giran en direcciones opuestas. El barrido mas exterior se realiza a menudo con rascadores que mantienen limpias las paredes de recipiente. Esto conduce a una mejor transmisión del calor y hace posible calentar o enfriar cargas en la cuarta parte del tiempo necesario en recipientes no provistos de agitadores con rascadores.

Paletas de movimiento planetario: este tipo de agitación guarda relación con las paletas corredizas. Una paleta gira alrededor de un eje situado excéntricamente con respecto al caldero o recipiente, y al mismo tiempo el eje gira alrededor de una línea central del caldero. Este movimiento planetario hace que la acción mezcladora llegue por turno a todas las partes del caldero, produciéndose así una mezcla local completa, y arrastrando las partículas a lo largo de trayectorias cicloidales que se solapan unas con otras y la entremezclan. Este tipo se usa muchísimo para pastas y masas, especialmente en las industrias alimenticias, pastelerías, fabricación de mayonesas, etc.

Batidor o emulsificador: un ejemplo familiar de este tipo de mezclador es el batidor de huevos. El dispositivo, cualquiera que sea su forma, funciona siempre a gran velocidad debido al efecto de batido real de los dos fluidos se produce una fina división, o emulsión. Frecuentemente tiene dos rejillas que se entrecruzan y giran en sentidos opuestos. Se usa mucho para la preparación de la crema batida (líquido y gas), la mayonesa (líquidos inmiscibles), etc.

Agitador con elevador por aire: el aire a presión obliga al líquido más o menos espeso a subir por el tubo central, hasta llegar al tubo distribuidor giratorio situado en la parte superior. La lechada sale de este último y se distribuye por toda la superficie. La paleta del fondo está provista de un tubo de aire en toda su longitud, con objeto de abrirle paso cuando se atasca en los lodos sedimentados. Este tipo resulta útil para mantener en suspensión grandes masas de limos. El efecto mezclador, si se desea alguno, es muy lento. Las dimensiones varían por regla general desde 6.10 m (20') de diámetro por 3.66 m (12') de altura, hasta veinte veces ese volumen.

El amasador: con dos brazos que giran en sentido opuesto en un recipiente dividido en dos artesas por una silleta o albardilla, se usa para mezclar masas espesas, plásticas y gomosas.

Mezcladores de Hélices, incluidos algunos de tipo helicoidal

Los mezcladores de hélices proporcionan un medio poco costoso, sencillo y compacto, para mezclar materiales en un gran número de casos. Su acción mezcladora se deriva de que sus aletas helicoidales al girar empujan constantemente hacia delante, lo que para todos los fines puede considerarse un cilindro continuo de material, aunque el deslizamiento produce corrientes que modifican bastante esta forma cilíndrica. Puesto que la hélice hace que un cilindro de material se mueva en línea recta, es evidente que la forma del recipiente decidirá la disposición subsiguiente de esta corriente. Por esta razón, es particularmente importante en este caso la forma del recipiente y, no obstante, se descuida a menudo este factor. Las hélices son eficaces con los líquidos cuya viscosidad aparente no sea superior a 2000, con la presencia de sólidos ligeros o sin ella, aunque pueden utilizarse con viscosidades hasta de 4000. Con sólidos con densidad muy diferentes a las de los líquidos, se tropieza con algunas dificultades para impedir la sedimentación, ya que es prácticamente imposible dirigir la corriente producida por la hélice a todas las partes del tanque. La situación de la hélice dentro del tanque influye sobre la naturaleza de la mezcla producida, y los tipos que damos a continuación ilustran sus diversas posiciones.

Hélices como dispositivos para mezclar gases: a veces se emplea una hélice, un disco o un ventilador (prácticamente idéntico al de uso corriente que suele ponerse en las ventanas para ventilar las habitaciones) dentro de una cámara mezcladora, con objeto de activar la circulación de los gases y mezclarlos. Se usa también para mezclar gases en circulación continua.

Hélice con ejes vertical: estos mezcladores se usan en combinaciones de una, dos o mas hélices sobre un mismo eje. El empuje de las hélices puede ser totalmente ascendente, descendente o bien de doble efecto, o sea ascendente y descendente; este último es el más conveniente para recipientes pequeños.

Hélice descentrada y con su eje inclinado penetrando por arriba: éste tipo de hélice se monta en el costado del recipiente o cerca de él con su eje inclinado con respecto a la vertical. Corrientemente dicho eje no está en ningún plano diametral del recipiente, que se cruza con el eje de éste. Para viscosidades hasta 300, se emplea un motor eléctrico directamente conectado al eje de la hélice que funcione a su plena velocidad, pero, para viscosidades mayores, deberá usarse una máquina con transmisión por engranajes. Los mezcladores más pequeños de éste tipo (de 1/8 a 1 hp.) son portátiles y llevan a su costado un dispositivo para sujetarlos a un costado del recipiente o tanque. Son compactos y cómodos.

Hélice al costado del recipiente: el eje de este tipo de hélice no se coloca de ordinario radialmente. El remolino producido hace que la hélice influya gradualmente en todo el contenido del recipiente. Este movimiento es particularmente útil cuando se mezclan grandes cargas de líquido ligero, como gasolina o soluciones acuosas, sin que sea necesaria una mezcla muy rápida. En estos casos, éste tipo de aparato produce mezclas satisfactorias en recipientes hasta de 757000 litros de capacidad y es uno de los mejores medios de mezclar líquidos ligeros en depósitos muy grandes. En éstos depósito suele ser conveniente poner dos o mas hélices repartida regularmente alrededor de la periferia.

Hélice en un tubo de aspiración: una o varias hélices están rodeadas por un tubo, quedando por lo general un pequeño espacio entre él y las aletas de la hélice. El tubo sirve para guiar el fluido a través de la hélice, venciendo apreciablemente el deslizamiento lateral de las corrientes. Si la forma del recipiente está bien diseñada, tiene lugar una circulación muy completa de gran intensidad con la consiguiente uniformidad de la acción mezcladora. Este tipo es probablemente el que proporciona una circulación axial más eficaz de los mezcladores de hélice.

Mezcladores de Turbina o de impulso centrífugo

El mezclador de turbinas se estudia mejor como una o varias bombas centrífugas trabajando en un recipiente casi sin contrapresión el material entra en el impulsor axialmente por su abertura central. Los álabes aceleran el material y lo descargan del impulsor o rodete más o menos tangencialmente a una velocidad bastante elevada. La turbina puede llevar una corona directriz con paletas curvas fijas (difusores) que desvían esas corrientes tangenciales hasta hacerlas radiales. Todo el cambio de dirección de vertical a horizontal y radial se realiza suavemente con la menor pérdida posible de energía cinética, y en consecuencia, las corrientes radiales llegan aun a gran velocidad a las partes más alejadas del recipiente.

Todo el contenido del recipiente se mantiene en movimiento muy vigoroso y perfectamente dirigido.

La potencia que necesita un mezclador de turbina es aproximadamente 30 veces menor que la exigida por una bomba centrífuga exterior circulante que mueva el mismo volumen de líquido, y el impulsor mezclador ira con una velocidad moderada. Por ejemplo, un rotor de 91,5 cm (36") gira a unas 75 rpm. Los mezcladores de turbinas son esencialmente útiles para mezclar líquidos viscosos o lodos espesos, suspender sólidos pesados, efectuar

disoluciones rápidas, realizar buenas dispersiones y hacer mezclas en recipientes de formas irregulares.

Soplante de turbina o ventilador centrífugo: este tipo mezcla gases muy íntimamente cuando se les hace llegar a él en forma continua y en las proporciones deseadas. Se usa también para mezclar determinadas cantidades de gases en forma intermitente, colocándolo dentro o fuera de la cámara mezcladora. Manipula grandes volúmenes de gases con un consumo de potencia pequeño.

Mezclador Sencillo de turbina: este tipo es particularmente conveniente para mezclar líquidos de viscosidad media o baja, en especial cuando se lo coloca excéntrico en el recipiente. Funciona bien en la manipulación de limos de consistencia baja o media y con materiales fibrosos de consistencia media, como la pasta de papel, en suspensión.

Mezclador de turbina con paletas directrices fijas: con este tipo pueden usarse uno o más impulsores o rodetes. Se caracteriza por la intensa acción cortante del rodete, por la pronunciada circulación tangencial – radial al salir de los elementos del estator y por la buena circulación en los puntos alejados del rodete. Es, por consiguiente, más adecuado para materiales de viscosidad baja o media, puesto que con líquidos de altas viscosidad las corrientes de circulación son muy amortiguadas por la corriente directriz. Cuando se utiliza un rodete en el fondo del recipiente, conviene que dicho fondo sea en forma de plato para que dirija la circulación hacia arriba al salir del elemento mezclador.

Turbo Dispersador: este tipo consiste en un rodete de turbina que gira con un tamiz o una placa perforada, interpuesto entre dichos rodetes y las paletas directrices fijas. Los álabes del rodete están muy cerca del tamiz. Su alto esfuerzo cortante, su acción de extrusión y la intensa circulación, todos juntos, contribuyen a la realización de dispersiones y a la disolución de materiales que serían difíciles en mezcladores más sencillos.

El absorbedor turbogas: se usa para estimular el contacto entre gases y líquidos. Las hidrogenaciones, las oxidaciones, las cloraciones, las purificaciones, etc., se facilitan muchísimo a causa del largo recorrido del gas a través del líquido sometido a una violenta agitación. La constante distorsión de las burbujas del gas unida al continuo intercambio de líquidos en la superficie de separación explican el alto rendimiento de este tipo de mezclador. En algunas aplicaciones, el gas es autoinducido a la superficie, mientras que en otra se alimenta gas a presión al más bajo de una serie de absorbedores puesto en un mismo eje y se recircula desde la superficie libre por autoinducción del impulsor más elevado. Mejoras de este tipo lo han hecho relativamente insensible a las variaciones moderadas del nivel del líquido.

Mezclador de Tambor

El Mezclador de tambor o de volteo: es sencillo pero útil. Consiste en un recipiente cilíndrico montado sobre un eje horizontal y que gira con él. Haciendo girar el cilindro o tambor se mezcla el contenido. Se usa mucho para mezclar polvos y hormigón o concreto. No tiene igual para los trabajos que implican dos o tres fases con materiales tan diferentes como piedras, polvos y agua. Existen varias modificaciones de este tipo. A veces el tambor está montado sobre el eje oblicuamente, para que el impulso irregular acelere y facilite la mezcla. Otras veces, como sucede en el mezclador de hormigón, se construye con placas desviadoras, rascadores o aradores internos que desvían el contenido hacia la salida. En otras variantes gira el recipiente en un sentido y unas aletas interiores en el opuesto. Una modificación empleada, por ejemplo, en la mezcla del fieltro de pelo tiene aletas desviadoras longitudinales. Poniendo las aletas desviadoras en discos perpendiculares al eje que dividan al tambor en varios compartimientos, puede adaptarse este tipo para funcionamiento continuo.

Mezclador de doble cono: esta es una variante perfectamente definida por su forma. Se le usa solamente para efectuar una mezcla rápida de sólidos. Consiste en un anillo cilíndrico horizontal cuyas bases están unidos dos conos, girando el conjunto lentamente sobre co-

jinetes laterales. El interior suele estar pulido y libre de obstrucciones para facilitar su limpieza. Durante la rotación, el cono inferior se inclina hasta un punto en el que se sobrepasa el ángulo de reposo del contenido. Las capas superficiales del material ruedan entonces hacia abajo hasta el cono opuesto, seguidas pronto por toda la masa, que resbala rápidamente al interior del otro cono, cuando este se aproxima a su posición mas baja. Al chocar con las paredes cónicas, una buena parte del material se desvía hacia el centro y después hacia arriba a través del resto de la masa. Como no hay dos partículas que sigan trayectorias paralelas y puesto que además existe una gran diferencia de velocidades entre las diferentes partículas, se logra rápidamente una gran homogeneidad. Por lo general bastan diez minutos para mezclar bien cualquiera de los materiales. El mezclador se carga o se descarga con rapidez gracias a una válvula de asiento firme y cierre hermético puesta en el vértice de uno de los conos y que se abre y cierra con rapidez.

Tipos Diversos

El molino coloidal: se usa cuando es necesario producir dispersiones sumamente finas. Casi todos los molinos coloidales se basan en el mismo principio, aunque pueden diferir en los detalles de su construcción. El rotor puede tener ranuras o no tenerlas y ser o no cónico. El material se somete a un intenso esfuerzo cortante y a una vigorosa fuerza centrífuga, y esta combinación produce excelentes dispersiones. De ordinario se mezcla el material previamente en un mezclador ordinario y luego se perfecciona esta dispersión tosca pasándolo por el molino. Debido a la carga eléctrica comunicada a las partículas y al exiguo tamaño a que se reduce éstas, es posible de hacer de ordinario emulsiones con muy poco estabilizador. Los pigmentos pueden dispersarse en aceites con el tamaño inicial de las partículas molidas, pero es dudoso que en el aparato tenga lugar una molienda efectiva. Los molinos coloidales tienen la ventaja de trabajar con circulación continua, pero con los inconvenientes de su elevado costo inicial su alto consumo de energía y de calentar el material. Hasta la fecha no ha podido reemplazarse para algunos tipos de trabajos en los que es posible obtener un grado de dispersión máximo.

El Homogeneizador: puede describirse como una bomba positiva de alta presión en la que ésta se descarga Radialmente pasando por un disco o válvula fuertemente oprimido contra el extremo de la tubería de descarga por medio de un resorte. La homogeneización se realiza a menudo a presiones de 70 kg/cm² y más elevadas. Con algunos productos se obtiene una mayor división haciendo pasar el material por una segunda válvula en serie con la primera. Las válvulas se construyen por lo general de ágata, pero en la actualidad se manifiesta preferencia por el empleo de metales muy duros y no corrosivos, como el Hastelloy o los aceros al cromo níquel. El homogeneizador se usa para dividir las grasas en las mezclas destinadas a la fabricación de helados, en la leche evaporada y otros productos alimenticios, y también para la fabricación de emulsiones. No puede utilizarse con materiales que produzcan un efecto abrasivo.

Votator: este tipo se emplea hoy mucho cuando se necesita una rápida transmisión de calor, además de un producto acabado suave, corrientemente de alta consistencia, como en la parafina, manteca de cerdo, helados, esta máquina de construcción precisa consiste en un tubo con camisa, dentro del cual gira a gran velocidad un eje con rastrillos. El diámetro del eje es de alrededor de tres cuartos el del tubo, quedando entre los dos solamente un estrecho espacio anular. El espacio entre el tubo y su camisa también es estrecho para conseguir una gran velocidad del medio refrigerante o calentador. Debido a la extraordinariamente buena eliminación de la película y a las altas velocidades tanto en el interior, como en el exterior del tubo, el votator consigue los más altos coeficientes de transmisión del calor que se conocen en el tratamiento de materiales de consistencia elevada.

Mezclador de conos giratorios: Este tipo consiste, de ordinario, en uno o más conos truncados huecos que giran alrededor de su eje. Los conos llevan unidas a su superficie interior, en toda su altura, estrechas aletas verticales. Cuando se necesita más vigoroso flujo o deslizamiento radial, o cortadura, las aletas sobresalen de las bases mayores de los conos. La posición de éstos puede ser con la base mayor hacia abajo o a la inversa.