

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

NORMA CUBANA

NC

ISO 5626: 2007
(Publicada por la ISO en 1993)

**PAPEL—DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL PLEGADO
(ISO 5626: 1993, IDT)**

Paper—Determination of folding endurance

ICS: 85.060

1. Edición Octubre 2007
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 32 "Papel, Cartón y Pulpas" integrado por las entidades siguientes:

Empresa del Papel-Cubapel – del Ministerio de la Industria Básica
Oficina Nacional de Normalización
Unión de Investigación-Producción de la Celulosa del bagazo Cuba – 9
Centro de Investigación y Desarrollo técnico del Ministerio del Interior
Integración Poligráfica – MINIL
Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia
Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas
Empresa Nacional de Envases y Embalajes

- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la Norma Internacional ISO 5626: 1993 *Paper—Determination of folding endurance*.
- Consta de los Anexos A y B normativos y C informativo.
- Sustituye la NC 42-06: 1966 Resistencia al plegado en papel y cartón.

© NC, 2007

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

0 Introducción

Existen varios equipos para determinar la resistencia al plegado de papel. Los más comúnmente usados son los Köhler Moling, Lhomargy, los MIT y los instrumentos de Schopper. Esta Norma Cubana está por consiguiente basada en éstos cuatro tipos de equipos. Sin embargo, debe plantearse que dichos equipos no arrojan resultados idénticos.

La primera edición de la norma internacional (ISO 5626:1978) especificaba que el resultado se reportara como el logaritmo (base 10) del número de dobles pliegues antes de la rotura. La razón para esto era la opinión ampliamente sostenida de que las resistencias al plegado relativas de diferentes papeles se indican mejor cuando los valores de los ensayos se expresan logarítmicamente. Este procedimiento es válido todavía. Sin embargo, la experiencia durante la vida de la edición del 1978 ha demostrado que la interpretación de resultados logarítmicos ha causado confusión, y por consiguiente, frecuentemente se citan los resultados como el número de dobles pliegues. En vista de esto, esta norma permite informar los resultados de cualquier resistencia al plegado como [el logaritmo (de base 10) del número de dobles pliegues] o el número de doblez (el antilogaritmo de la resistencia al plegado).

Debe notarse que el número del doblez como se define en esta norma no es la media del número de dobles pliegues observado y es, por consiguiente, diferente a la comprensión de número del pliegue que existió antes de 1978 y que todavía persiste en algunos países.

PAPEL — DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL PLEGADO

1 Alcance

Esta Norma Cubana especifica los métodos para la determinación de la resistencia al plegado del papel usando los equipos de ensayo Köhler Molin, Lhomargy, MIT y Schopper. Se exponen las condiciones que se deben observar cuando se usan estos equipos, y se dan las precauciones que se deben tener en el uso de cada instrumento.

La interpretación de los resultados es complicada por el hecho de que los diferentes tipos de equipos incluidos en esta norma internacional darán diferentes resultados numéricos para el mismo material de ensayo y ello puede producir distintos rangos para diferentes materiales de ensayo.

Los Anexos A, B, y C dan información sobre los equipos, su mantenimiento y su calibración.

NOTA 1 Los resultados obtenidos con los equipos descritos son muy sensibles a las condiciones atmosféricas bajo las cuales el ensayo es llevado a cabo, particularmente la humedad.

Cuando se opera con las cargas normalizadas, los métodos Köhler Molin, Lhomargy y Schopper se aplican al papel por encima de 0,25 mm de espesor y con una resistencia a la tensión mayor de 1,33 kN/m.

El equipo MIT tiene cabezales plegadores intercambiables que permiten que se acomoden espesores en un rango hasta 1,25 mm.

Esta Norma Cubana no establece ninguna preferencia por algún método en particular.

2 Referencias Normativas

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen sus acuerdos sobre la base de ella, que analicen la conveniencia de usar ediciones más recientes de la norma citada seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee la información de las Normas Internacionales y Cubanas vigentes en todo momento.

- NC-ISO 186:1999, Papel y cartón. Toma de muestra para determinar la calidad media.
- NC-ISO 187:1999, Papel, cartón y pulpa. Atmósfera normal de acondicionamiento y ensayo y procedimiento para controlar la atmósfera y el acondicionamiento de muestras.

3 Términos y definiciones

Para el propósito de esta norma se aplican las siguientes definiciones:

3.1 doble pliegue: Una oscilación completa de la pieza de ensayo, durante la cual es plegada en un sentido y después en otro sobre la misma línea.

3.2 resistencia al plegado: Es el logaritmo (en base 10) del número de dobles pliegues requeridos para originar la rotura de la pieza de ensayo, cuando es ensayada bajo una tensión aplicada en condiciones normalizadas.

3.3 número de doblez: Antilogaritmo del promedio de la resistencia al plegado.

4. Principio de los métodos

Una tirilla de papel sometida a un esfuerzo longitudinal, se pliega en un sentido y en otro de forma normalizada hasta que rompe.

5. Aparatos

5.1 Ensayador de pliegues (ver anexo A)

Los detalles para el mantenimiento y calibración de los equipos se dan en el anexo B

5.2 Formas de medir la temperatura en los alrededores del cabezal plegador.

NOTA 2 El calentamiento del papel en el área de ensayo, que es el resultado, tanto del trabajo realizado sobre el papel como del calor transferido por el motor del equipo por vía de las mordazas, puede conducir en primer lugar a la fragilidad local de la tira de papel de ensayo y de ese modo disminuir los resultados de la resistencia al plegado. Estos efectos se pueden minimizar mediante el aislamiento del motor impulsor del resto del equipo, y por medio de la adecuada ventilación del área circundante del cabezal plegador (ver Anexo C).

5.3 Si se necesita **algún medio para ventilar** el espacio alrededor del cabezal plegador, se puede por ejemplo, montar un ventilador próximo al cabezal plegador para lanzar el aire a través de la pieza de ensayo.

5.4 Dispositivo para cortar las piezas de ensayo.

6 Muestreo

Tome las muestras de acuerdo con la NC-ISO 186

7 Acondicionamiento

Las muestras se acondicionan de acuerdo con la NC-ISO 187

8 Preparación de las piezas de ensayo

Prepare las piezas de ensayo en la misma atmósfera que la usada para el acondicionamiento de las muestras.

Corte como mínimo 10 piezas en cada dirección principal del papel.

Las piezas de ensayo deben ser de $15 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de ancho y de una longitud suficiente para el equipo que se utilice. Cada extremo tendrá un corte limpio y paralelo al extremo opuesto.

Las piezas de ensayo estarán inicialmente libres de pliegues, arrugas o defectos no inherentes en el papel. La zona donde se producirá el plegado no contendrá ninguna porción de marca de agua.

Cuide no tocar con las manos la parte de la pieza de ensayo que será expuesta entre las mordazas.

9 Procedimiento

9.1 Generalidades

Realice los ensayos en las mismas condiciones atmosféricas utilizadas en el acondicionamiento de las muestras.

Durante el ensayo, debe monitorearse la temperatura del aire en la cercanía del cabezal plegador. La temperatura debe incrementarse más de 1°C después de 4 h de operación. Si la temperatura se incrementa por más de 1°C, detenga el ensayo y espere a que regrese a la temperatura normalizada antes de reiniciar el ensayo.

Si el número de dobles pliegues es menor que 10 o mayor que 10 000, disminuya la tensión, si es posible. El uso de una tensión no normalizada y su valor, se registrará en el reporte de ensayo.

Se requieren al menos 10 lecturas para cada dirección principal del papel. El ensayo en la dirección máquina es aquel en el cual la longitud de la línea central de la pieza de ensayo está en la dirección de la máquina de papel y la tensión es aplicada en la dirección de la máquina y la rotura se produce en la dirección transversal.

Rechace cualquier resultado individual en el que la pieza de ensayo se haya deslizado entre las mordazas o roto fuera de la línea de doblez.

Determine el logaritmo (base 10) de cada una de las lecturas individuales. Calcule por separado la media de los valores para las direcciones máquina y transversal respectivamente.

Si se requiere (ver cláusula 11), determine el antilogaritmo de las medias de la dirección máquina y transversal respectivamente.

Calcule la desviación estándar de los valores individuales de la resistencia al plegado, es decir, las lecturas individuales en forma logarítmica, o si se requiere el antilogaritmo de esta desviación estándar.

Para los detalles relacionados con la operación de cada tipo de equipo, ver 9.2 a 9.5.

9.2 Equipo Schopper

Nivele el equipo. Mueva la cuchilla reciprocante de modo que su ranura esté en posición neutral y, en los equipos de ensayo con volante, asegúrelo en su posición mediante un pasador de muelle que se fija a la caja en el volante. Libere las mordazas levantando los cilindros plegadores. Coloque la pieza de ensayo entre las mordazas. Asegúrese que la pieza y las mordazas estén alineadas correctamente. Estire los resortes de las agarraderas de forma tal que la pieza de ensayo esté sujeta firmemente y sin posibilidad de deslizarse. Aplique la tensión a la

pieza de ensayo tirando hacia atrás los extremos de las agarraderas hasta que los cilindros plegadores ajusten.

Libere el volante del pasador. Enganche o conecte el contador. Comience el plegado y continúe hasta la rotura de la pieza de ensayo y entonces el contador se detendrá automáticamente. Registre en número de dobles pliegues requeridos para la rotura de la pieza de ensayo.

Retornar la lectura del contador a cero.

9.3 Equipo Lhomargy

Nivele el equipo. Coloque las cargas apropiadas en la plataforma prevista a tales efectos. Use una tensión de 9,81 N, a no ser que el número de dobles pliegues sea muy bajo; en tal caso, pueden ser usadas cargas equivalentes a una tensión de 4,91 N.

Inserte el papel en forma de lazo, en las dos agarraderas y encima de las cargas, de modo que esté completamente ajustado. Cierre levemente los dos botones. Asegure que la cuchilla esté en el plano vertical

Tome las cargas en una mano, y con la otra, ajuste el papel en los dos rodillos inferiores y en la ranura de la cuchilla. Esta ranura debe estar en una posición conveniente, es decir, entre el par de rodillos superiores y el par de rodillos inferiores. La parte central de la pieza de ensayo que pase convenientemente a través de la ranura de la cuchilla sobre los rodillos. Libere las cargas sin sacudidas.

Ponga en marcha palanca de acople, comience el plegado y continúe hasta que la pieza rompa, entonces; el contador se detendrá automáticamente. Registre el número de dobles pliegues requeridos hasta la rotura de la pieza de ensayo.

Retorne la lectura del contador a cero.

9.4 Equipo Köhler Molin

Nivele el equipo. Fije la mordaza de plegado de forma tal que el espacio entre las dos agarraderas sea aproximadamente vertical. Asegure la mordaza inferior en posición elevada. Sujete la pieza de ensayo con sus extremos entre las agarraderas plegadoras y las mordazas inferiores. Centre la pieza de ensayo (la mordaza plegadora y la agarradera inferior están provistas de una guía) y apriete la mordaza hasta que la pieza de ensayo no pueda deslizarse durante el ensayo. Aplique la carga de 800 g (7,85 N) a la mordaza inferior y ponga en marcha el contador de revoluciones a la revolución cero o registre la lectura.

Libere la mordaza inferior, comience el plegado y continúe hasta la rotura de la pieza; entonces el contador se detendrá automáticamente. Registre el número de dobles pliegues requeridos hasta la rotura de la pieza de ensayo.

Retorne la mordaza de plegado y la mordaza inferior a su posición inicial.

9.5 Equipo MIT

Nivele el equipo. Gire el cabezal plegador oscilante hasta que la ranura esté vertical. Coloque una carga sobre el tope del émbolo equivalente a la tensión deseada sobre la muestra, normalmente 9,81 N, dé golpecitos a los lados del émbolo para eliminar la fricción y compruebe; ponga en marcha el indicador de carga. Ponga el émbolo en posición y, sin mover la parte de la tira que será plegada, sujete la pieza de ensayo firme y justamente en las agarraderas, con su superficie descansando completamente dentro de un plano, es decir, llano y con los lados libres de las mordazas oscilantes montadas en el soporte.

Destornille el émbolo plegador y retire el peso, aplicando de este modo la tensión específica a la tira. Cuando retire el peso, observe también el indicador de carga por posible movimiento. Si se mueve, reajuste la tensión a la que mostró con el peso sobre el émbolo. Comience el plegado hasta que la pieza rompa; entonces el contador se detendrá automáticamente. Registre el número de dobles pliegues requeridos para romper la pieza de ensayo.

Retorne la lectura del contador a cero.

10 Precisión del método

10.1 Repetibilidad

La repetibilidad está alrededor del 8% para valores de la resistencia al plegado sobre un 1,5 (número de dobles de aproximadamente 30) decreciendo sobre un 2% para valores de la resistencia al plegado de 3,5 (número de dobles de aproximadamente 3 000).

La diferencia encontrada entre dos ensayos simples en idénticos materiales de ensayo, para un operador usando el mismo equipo, en un intervalo corto de tiempo; excederá la repetibilidad en el promedio no más de una vez en veinte veces, de la operación normal y correcta del método.

10.2 Reproducibilidad

La reproducibilidad es aproximadamente del 10% para valores de resistencia al plegado de el 1,5 (número de dobles de aproximadamente 30) decreciendo hasta el 4% para valores resistencia al plegado de 3,5 (número de dobles de aproximadamente 3 000).

La diferencia encontrada entre dos resultados simples e independientes, por dos operadores trabajando en diferentes laboratorios, en idénticos materiales de ensayo; excederá la reproducibilidad en el promedio no más que una vez en veinte veces de la operación normal y correcta del método.

NOTA 3 Los valores establecidos anteriormente son basados en resultados obtenidos durante una ronda de investigación round-robin internacional, realizada durante 1917 bajo el auspicio de ISO/TC 6/SC 2/WG 5, Resistencia al plegado. La ronda robin utilizó un total de 70 equipos diferentes. Los valores dados anteriormente se basan en los resultados obtenidos desde 1971 en las comprobaciones de rutina realizadas por la ronda robin, usando un amplio rango de papeles, por ejemplo en el Reino Unido y EUA.

11 Informe de ensayo

El informe debe incluir los siguientes detalles:

- a) referencia a esta norma;

- b) fecha y lugar del ensayo;
- c) identificación precisa de la muestra;
- d) tipo de equipo utilizado;
- e) condiciones atmosféricas utilizadas;
- f) para cada dirección principal ensayada, reporte en cada una (ver 3.2 la media de la resistencia al plegado con dos ligares decimales o, si se requiere, el número de pliegues (ver 3.3) reporte el doble pliegue lo más cercano a dos cifras significativas de acuerdo a la magnitud del resultado;
- g) para cada dirección principal ensayada, el valor máximo y mínimo de la resistencia al plegado o, si se requiere, el número máximo y mínimo de dobles pliegues;
- h) para cada dirección principal ensayada, la desviación estándar de la resistencia al plegado o, si se requiere, el antilogaritmo de esta desviación y el número de ensayos sobre los cuales está basado el dato;
- i) la tensión aplicada a la pieza de ensayo;
- j) algunas otras circunstancias o influencias que puedan haber afectado los resultados.

Anexo A (normativo)

Descripción de los equipos para ensayo de plegado

Los cuatro tipos de equipos son normalmente accionados por motor. Se deben adoptar medidas apropiadas, por el fabricante o usuario, para minimizar los efectos de vibración y calor, desde el motor, sobre los resultados. Tales medidas incluyen colocar el motor tan lejos como sea posible del lugar en el cual el plegado tenga lugar, el uso de transmisión por bandas en vez de el accionamiento directo, el uso de engranajes de transmisión de fibro-metal y el uso de ventiladores para remover el calor.

A.1 Equipo Schopper

Puede considerarse que el equipo consta de tres partes separadas

A.1.1 Dispositivo para el plegado del papel, consistente en un par de agarraderas, colocadas en posición horizontal y en sentido opuesto, las cuales sujetan la pieza de ensayo, cuatro rodillos y una cuchilla fina ranurada recíprocante. Las agarraderas miden aproximadamente 90 mm cada una (por separado), son afianzadas por resortes y sujetan la pieza de ensayo bajo tensión en un plano vertical. Mientras las agarraderas están en movimiento, están libremente suspendidas entre los resortes tensores, a menos que ellos estén apoyados por los rodillos de abajo. Los cuatro rodillos plegadores con sus ejes verticales, son simétricamente colocados alrededor de un punto medio entre las mordazas. La cuchilla plegadora ranurada, hace un movimiento recíprocante en un plano vertical en ángulo recto a la pieza de ensayo, a través del punto medio entre las mordazas.

La tensión del resorte varía durante el ciclo de plegado y es tal que, cuando está recta y suelta, cada resorte ejerce una tracción de $7,60 \text{ N} \pm 0,10 \text{ N}$; cuando la cuchilla plegadora está en el límite de su recorrido y la pieza de ensayo está sujeta a la extensión máxima, la tracción ejercida por cada uno de los resortes es de $9,80 \text{ N} \pm 0,20 \text{ N}$.

Los cuatro rodillos plegadores, cada uno de 6 mm de diámetro y 18 mm de largo, son provistos preferiblemente con jewel bearings. La distancia entre la cuchilla plegadora y los dos rodillos plegadores en cada uno de sus lados, debe ser de 0,3 mm y el ancho entre los rodillos del espacio ocupado por la pieza de ensayo suelta debe ser aproximadamente 0,5 mm.

El espesor de la cuchilla plegadora es de $0,5 \text{ mm} \pm 0,0125 \text{ mm}$. Los bordes de la ranura vertical son cilíndricos (radio 0,25 mm.) ellos se extienden algo por encima y por debajo de la posición normal de la pieza de ensayo. El ancho de la ranura en la cuchilla es de $0,5 \text{ mm} \pm 0,0125 \text{ mm}$.

A.1.2 Formas de manejar la cuchilla ranurada recíprocante hacia atrás y hacia delante en un movimiento armónico simple de (115 ± 10) dobles pliegues por minuto con unos 20 mm de recorrido.

A.1.3 Contador, para registrar el número de dobles pliegues, que se detiene automáticamente cuando la pieza se rompe.

A.2 Equipo Lhomargy

Puede considerarse que el equipo consta de tres partes separadas.

A.2.1 Dispositivo para plegar el papel, consiste de un ensamblaje de mordaza la cual sujeta la tira por ambos extremos, cuatro rodillos de 14 mm de diámetro y 22 mm de longitud, montado sobre cojinetes de bolas y una cuchilla de 0,5 mm de espesor, ranurada en su centro con una ranura de 0,5 mm de ancho, la cual tiene sus extremos redondeados a un semicírculo de sección transversal. La distancia entre los ejes de los rodillos debe ser de 15,1 mm.

Los ejes deben ser horizontales con dos de los ejes descansando en el mismo plano vertical y los ejes de los otros dos rodillos descansando en un plano vertical diferente.

La mordaza ensamblada se carga con un peso muerto, el peso está siendo soportado vía la tira de ensayo por el rolo ensamblado y la cuchilla recíprocante durante el ensayo hasta que la pieza de ensayo falla.

Los cuatro rodillos plegadores con sus ejes horizontales, están simétricamente colocados sobre un punto verticalmente por encima del centro del mecanismo de la mordaza. La pieza de ensayo pasa horizontalmente entre el par de rodillos superiores y el par de rodillos inferiores, cuando la cuchilla recíprocante está en la posición media. La cuchilla ranurada plegadora, produce un movimiento de vaivén en un plano vertical en ángulo recto a la pieza de ensayo entre el par de rodillos de la izquierda y la derecha con la pieza de ensayo pasando a través de la ranura.

Se selecciona una carga apropiada de peso muerto para dar una tensión de 9,81 N ó 4,91 N

A.2.2 Formas de manejar la cuchilla ranurada recíprocante hacia atrás y hacia delante en un movimiento armónico simple de (125 ± 5) dobles pliegues por minuto con unos 20 mm de recorrido, por un motor eléctrico.

A-2.3 Contador, para registrar el número de dobles pliegues, se detiene automáticamente cuando la pieza se rompe.

A.3 Equipo Köhler Molin

Puede considerarse que el equipo consta de cuatro partes por separado.

A.3.1 Mordaza plegadora superior, consta de una agarradera fija y una móvil, la cual agarra uno de los extremos de la pieza de ensayo. La superficie en contacto con la pieza de ensayo durante el plegado debe ser semicircular en sección transversal con un radio de 0,25 mm. El eje de unión de la articulación de la agarradera será de 0,04 mm desde el borde de la agarradera fija de la mordaza sobre una línea conectando los bordes plegados de las dos mordazas.

A.3.2 Mordaza inferior (de carga), consta de una agarradera fija y una móvil, la cual sujeta la pieza de ensayo por su otro extremo. Cuando está en la posición de operación, el borde superior de la mordaza inferior debe ser de $62 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ debajo de la línea de contacto de la mordaza superior. La carga sobre la mordaza debe ser de $7,85 \text{ N} \pm 0,02 \text{ N}$, producida por una masa total de 800 g incluyendo todas las partes.

A.3.3 Forma de producir (200 ± 10) oscilaciones completas por minuto el cabezal plegador a través de un ángulo e $156^\circ \pm 2^\circ$ en cada lado de la línea vertical.

A.3.4 Contador para registrar el número de dobles pliegues, que se detiene automáticamente cuando la pieza rompe.

A.4 Equipo MIT

Se puede considerar que el equipo consta de cuatro partes por separado:

A.4.1 Muelle tensor de la mordaza, necesario para mover verticalmente sin rotación vertical sobre el eje de rotación de un cabezal plegador colocado alrededor de 60 mm debajo de su punta. Las superficies de la mordaza están en el plano de sus ejes, y un eje encima de las superficies de agarre permite a la mordaza como un todo balancearse en ese plano. La carga se aplica por un resorte agregado a la mordaza ensamblada y es ajustable para proporcionar alguna tensión deseada sobre la pieza de ensayo desde un rango de al menos 4,91 N a 14,72 N. La carga de desviación del resorte es de al menos 17 mm /9,81 N, lo cual se consigue por el uso de una masa de 1 kg.

A.4.2 Cabezal plegador oscilante, tiene una ranura para acomodar la pieza de ensayo y a superficies paralelas y colocadas simétricamente respecto a sus ejes de rotación; es de enfatizar que la colocación simétrica es de suma importancia. Formando cada extremo de la superficie de la ranura tiene un radio de curvatura de 0,38 mm \pm 0,02 mm y un ancho de no menos de 19 mm.

La abertura de la ranura es bastante grande para permitir que la pieza de ensayo se acomode libremente en su interior, pero con una holgura de no más de 0,25 mm. Por consiguiente, pueden requerirse cabezales plegadores con los siguientes anchos de ranuras:

de 0 mm a 0,25 mm

de 0,25 mm a 0,50 mm;

de 0,50 mm a 0,75 mm;

de 0,75 mm a 1,00 mm;

de 1,00 mm a 1,25 mm

En el cabezal bajo la ranura esta una mordaza con su borde cercano a 9,5 mm debajo del eje de rotación, en el cual está agarrado el extremo inferior de la pieza de ensayo.

A.4.3 Forma en que el cabezal plegador produce (175 \pm 10) oscilaciones completas por minutos, a través de un ángulo de 135° \pm 2° sobre cada lado de la línea vertical

A.4.4 Contador para registrar el número de dobles pliegues, que se detiene automáticamente cuando la pieza de ensayo rompe.

Anexo B (normativo)

Mantenimiento y calibración de los equipos

Los resultados del ensayo de plegado son muy sensibles a la tensión, arco y radio del plegado, de modo que la periódica calibración y comprobación son muy importantes.

B.1 Equipo Schopper

Conserve todas las partes móviles lubricadas, con excepción de la mordaza de muelles tensores; para este propósito, se recomienda un aceite de máquina ligero. Lleve a cabo el engrase cuidadosamente y examine las piezas de ensayo rotas para determinar que no estén manchadas con aceite. Todos los rodillos deben girar libremente y todo el mecanismo se conservará libre de polvo y en particular, polvo del papel.

Las mordazas sujetarán firmemente la pieza de ensayo sobre su ancho completo. Para probar las mordazas, se inserta una pieza de ensayo y la tensión del resorte es aplicada y aflojada por algún tiempo. Con la tensión finalmente aflojada, la pieza de ensayo quedará uniforme y recta; pandeos u ondulaciones indican una mordaza defectuosa, permitiendo que la pieza de ensayo se deslice. Cada mordaza puede también comprobarse individualmente, insertando una tira corta de ancho correcto, y entonces, mientras sujeta firmemente la mordaza en una mano, trate de rotar la tira hacia arriba o hacia abajo sobre su propio plano, un movimiento que muestra si el papel está agarrado uniformemente a todo su ancho. Ocasionalmente, puede encontrarse que el papel no está agarrado uniformemente, porque un fragmento de papel de un ensayo anterior ha quedado en la mordaza, debido a que la tira rota se hala hacia fuera sin destornillar suficientemente las mordazas.

La calibración de los muelles del equipo de ensayo se llevará a cabo periódicamente. Primeramente, es necesario para trazar en el cuerpo de la mordaza dos marcas correspondientes a la deflexión del muelle en la posición neutral, cuando la tensión es mínima y en el punto de máximo recorrido de la cuchilla plegadora cuando la tensión es la mayor. Un método conveniente para comprobar la tensión de los resortes es quitar las mordazas, junto con sus cajas y apoyos, y entonces la mordaza se fija en posición vertical para su calibración. Puede utilizarse cualquier conveniente que pueda ser nivelada con precisión. El total del peso suspendido desde el muelle debe incluir la mordaza y su acople. Se aplica una carga de 7,60 N al resorte y la extensión de la guía de la mordaza se anota. La primera marca simplemente debe ser visible y si cualquier ajuste es necesario para asegurar este, se hará girando el cabezal estriado al extremo del cilindro.

NOTA 4 La tensión mínima es mucho mas importante que la máxima y debe ponerse tan cercana como sea posible a el valor designado.

El aumento de la carga hasta la segunda marca coincide con el extremo del cilindro. Si esta carga está entre 9,6 N y 10,0 N, los muelles están calibrados. Si los valores son mayores o menores que esto un nuevo juego de muelles se instalará. La distancia correcta entre las dos marcas es de 8 mm.

Se han descrito métodos alternativos para permitir calibrar los muelles en posición, tales como el uso de una palanca de contrapeso. En estas circunstancias no es necesario admitir la masa de las mordazas.

Los rodillos plegadores se examinarán para asegurar que ellos están exactamente paralelos unos con otros y en ángulo recto a la dirección del movimiento de la pieza de ensayo; ellos girarán libremente. Los dos bordes de la ranura plegadora serán paralelos unos a otros y a los rodillos plegadores. Los dos bordes de la ranura plegadora serán perfectamente lisos y libres de algunas imperfecciones de superficie.

Compruebe con un cronómetro que el equipo efectúa (115 ± 10) dobles pliegues por minuto.

NOTA 5 El procedimiento anterior no toma en consideración el cambio en el radio de curvatura de la ranura, el cual afecta los resultados. Se recomienda que todo nuevo equipo se "corra inicialmente" con piezas de ensayo de los materiales que normalmente serán ensayados hasta que la lectura se estabilice.

B.2 Equipo Lhomargy

Conserve todas las partes móviles lubricadas, con excepción de la mordaza de resortes tensores; para este propósito, se recomienda un aceite de máquina ligero. Lleve a cabo el engrase cuidadosamente y examine las piezas de ensayo rotas para determinar que no hayan sido manchadas con aceite. Todos los rodillos deben girar libremente y todo el mecanismo se conservará libre de polvo y en particular, polvo del papel.

Las mordazas sujetarán firmemente la pieza de ensayo sobre su ancho completo. Para probar las mordazas, se inserta una pieza de ensayo y la carga apropiada es aplicada y aflojada por algún tiempo. Con la tensión finalmente liberada, la pieza de ensayo quedará plana y derecha; pandeos u ondulaciones indican una mordaza defectuosa, permitiendo que la pieza de ensayo se deslice. Cada mordaza puede también comprobarse individualmente, insertando una tira corta de ancho correcto, y entonces, mientras sujeta firmemente la mordaza en una mano, trate de rotar la tira hacia arriba o hacia abajo sobre su propio plano, un movimiento que muestra si el papel está agarrado uniformemente a todo su ancho. Ocasionalmente, puede encontrarse que el papel no está agarrado uniformemente porque un fragmento de papel de un ensayo anterior ha quedado en la mordaza debido a que sin destornillar suficientemente la mordaza se hala hacia fuera la tira y esta se rompe.

Compruebe las masas del ensamblaje de la mordaza y las cargas. Las masas estarán dentro del 0,25 % de su valor nominal.

Los rodillos plegadores se examinarán para asegurar que ellos están exactamente paralelos unos con otros y en ángulo recto a la dirección del movimiento de la pieza de ensayo; ellos girarán libremente. Los dos bordes de la ranura plegadora serán paralelos unos a otros y a los rodillos plegadores. Los dos bordes de la ranura plegadora serán perfectamente lisos y libres de algunas imperfecciones de superficie.

Compruebe con un cronómetro que el equipo efectúa (125 ± 5) dobles pliegues por minuto.

B.3 Equipo Köhler Molin

Inspeccione regularmente la limpieza del probador del pliegue, así como las fallas por desgaste, desalineamiento, partes sueltas y dañadas; es provechoso prestar particular atención a la condición de las superficies de las agarraderas en el cabezal plegador. Limpie el equipo y

rectifique cualquier falta encontrada. Aplique el aceite regularmente a los varios orificios de aceite, usando aceite ligero de máquina de buena calidad.

Verifique con un cronómetro que el equipo realiza (200 ± 10) dobles pliegues por minuto.

Verifique el funcionamiento del contador.

Verifique el ángulo a través del cual las mordazas superiores giran, sujetando en la mordaza a una regla rígida de un material que no dañe la superficie de la mordaza y gire el volante con la mano, marcando la posición extrema en un pedazo de tabla. Si el ángulo entre la posición extrema y la vertical no es $156^\circ \pm 2^\circ$ en ambas direcciones, ajuste la fijación de la mordaza.

Verifique que la acción de amordazar sea uniforme a lo largo de la anchura de las mandíbulas de la mordaza fijando dos tiras de 3 mm. ancho de papel delgado, como el tissue para cigarro, en el equipo, en cualquiera de los extremo de la mordaza. Si cualquiera de estas tiras no se afianza fuertemente, se deberán ajustar las mordazas.

Verifique la alineación de las mordazas. Sujete una tira del papel en el equipo y gire el volante con la mano para provocar que la mordaza plegadora gire a través de 90° en ambas direcciones. Si esto ocurre, la mordaza inferior se balancea de lado, observándolo a simple vista, la mordaza está defectuosa y se ajustará o reemplazará.

Compruebe que la masa total de la mordaza inferior, la barra de carga y los pesos usados para la carga son $800 \text{ g} \pm 2 \text{ g}$.

Comprueba que el tope de la carga esté colgando libremente.

Compruebe que el tope en la mordaza superior esté colocado correctamente. Fije una línea vertical en la mordaza superior; soportada en el tope, y la línea estará inmediatamente sobre el borde superior de la mordaza inferior. De no ser así, ajuste el tope de la mordaza hasta el punto de la vertical que está justamente sobre el tope interno de la mordaza inferior.

B.4 Equipo MIT

Conserve las partes móviles correctamente lubricadas; para este propósito, se recomienda aceite ligero de máquina. Lleve a cabo el engrase cuidadosamente y examine las piezas de ensayo rotas para verificar que no se han manchado de aceite.

Asegure que los bordes plegados estén libres de herrumbre, barro y aceite, y que el contador opere correctamente.

Mida el cambio en la tensión debido a la excentricidad de la rotación de los bordes de plegado, como sigue:

Coloque una pieza de ensayo, cortada en dirección a la máquina en el equipo de ensayo, para hacer un ensayo de plegado. Opere el equipo para un número de pliegues hasta 100, lejos de causar una rotura cercana, así como para flexionar el papel y minimizar el efecto de su rigidez. Rote el cabezal plegador lentamente a través de un ciclo entero de plegado y mida el cambio máximo en el desplazamiento del émbolo con una precisión de 0,1 mm.; es importante que este desplazamiento esté "centrado" con respecto a la posición vertical de la ranura en el cabezal

plegador. El desplazamiento no será mayor que el producido por una masa adicionada de 35 g (equivalente a una carga de aproximadamente 0,34 N).

Mida la curvatura de los bordes plegadores haciendo una marca, ampliándola en el perfil y comparándola con círculos verdaderos; los dos bordes plegadores estarán a la misma elevación cuando la ranura del cabezal esté vertical.

NOTA 6 Cuando se retira una pieza de ensayo recientemente rota, tenga cuidado al cogerla no usar aguja u objeto de borde afilado que puedan marcar los bordes plegados.

Para facilitar la remoción de las piezas de ensayo recientemente rota, tales como las que puede encontrar cuando se ensayan hojas hechas a mano para ensayos de pulpas, una ranura horizontal de aproximadamente 3 mm. de ancho, se puede ranurar sobre la barra de la mordaza en el cabezal plegador, sobre su línea central, para permitir el uso de una aguja o cuchillo en el punto para retirar el remanente sin tocar el borde plegador del cabezal. Esta ranura no tendrá efecto sobre el ensayo.

Anexo C
(informativo)

Limitaciones de temperatura elevada

Muchos equipos generalmente fallan en su uso al encontrar las limitaciones de temperaturas elevadas expuestas en esta norma. Una información útil sobre las causas del aumento de temperatura y sobre su acción correctiva se dan en las siguientes referencias:

[1] KAHLON, T. and MARTENSSON, B. *Paperi ja Puu*, **46** (10) 581 (1964).

[2] KAHLON, T. And LINDHOLM, S. *Paperi ja Puu*, **48** (10) 583 (1966).