تداول ونقل المواد
Material handling

يتأثر تصنيع المنتجات الزراعية سواء من الجانب التكنلوجي او الجانب الاقتصادي الى حد كبير بنقل المواد الزراعية المختلفة بعد حصادها واعدادها للتصنيع ثم بين وحدات التصنيع المختلفة حتى تجهيزها وتوزيعها. وحيث ان المواد الزراعية يمكن وجودها في صورة صلبة او سائلة فسوف تتعرض لوسائل نقل المواد الصلبة مثل الحبوب ومنجاتها والخضراوات والفواكه ووسائل نقل المواد السائلة مثل الحليب ومنتجاته والزيوت والعصائر.

نقل المواد الصلبة

يمكن تصنيف وسائل نقل المواد الصلبة الى:

1. النقل بواسطة السيور Belt conveyors
2. النقل بوسطة الاوعية Bucket Elevators
3. النقل بواسطة البريمة Screw conveyors
4. النقل بواسطة السلاسل Chain conveyors
5. النقل بواسطة الجاذبية Gravity conveyors
6. النقل بواسطة الهواء Pneumatic conveyors

عادة تستخدم وسائل النقل بواسطة الاوعية ومعدات النقل بالهواء والجاذبية للنقل الرأسي كما تستخدم اجهزة النقل بواسطة البريمة والسيور ووحدات النقل بالهواء للنقل الافقي.

وسائل النقل بواسطة السيور

تتميز وسائل النفل بالسيور بالكفاءة الميكانيكية العالية ومعدل النقل الكبير حيث يسمح بزيادة سرعة السير. كما يتميز هذا النوع من وسائل النقل بانعدام نسبة الكسر الناتجة من عملية النقل تقريبا حيث لا توجد حركة نسبية بين السير والمادة المنقولة والعمر الافترضي له كبير على الرغم من ارتفاع تكاليفه الابتدائية.

حسابات القدرة اللازمة للنقل بواسطة السيور

السير المسطح Flat conveyor

لحساب القدرة اللازمة لعملية النقل يلزمنا معرفة معدل النقل (كغم/ساعة) ولحساب معدل النقل يجب معرفة مساحة مقطع التحميل وسرعة السير. وهنا يجب تحديد نوع السير (مسطح-مقعر) حيث تختلف مساحة مقطع التحميل في كل منهما.

مثلا في السير المسطح تكون مساحة مقطع التحميل مساحة مثلث تقريبا

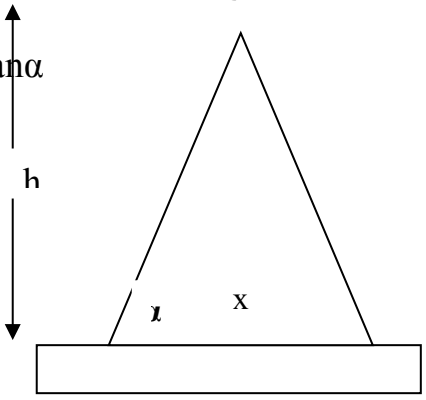
$A = 1/2\ x\ .\ h$

$A = 1/2\ x\ .\ 1/2\ x\ .\ \tan\alpha$

$= x^2/4\ .\ \tan\alpha$

$= x^2/4\ .\ C$

$= 0.16y^2\ .\ C$



حيث ان:

x = عرض مقطع التحميل ويساوي 0.8y

y = عرض السير الفعلي.

h = ارتفاع مقطع التحميل ويتوقف على الزاوية α والتي تسمى زاوية الراحة (المكوث) وتعرف بانها الزاوية المحصورة بين الخط الجانبي لكومة الحبوب وسطح السير وهي تعتبر من خصائص المادة المنقولة وتتوقف على (نوع الحبوب, نسبة الشوائب, المحتوى الرطوبي, نوع المادة المصنوع منها السير).

C = معامل الاحتكاك ويساوي ظل زاوية الراحة.

معدل النقل الوزني (kg/h) = مساحة المقطع x السرعة x الكثافة

$W = AV\rho$

$= 0.16y^2\ CV\rho$

ρ = الكثافة (kg/m^3)

ولكون ان كومة الحبوب تمثل مثلث ناقص فتكون المعادلة بالشكل التالي:

$W = 0.9\ (0.16y^2\ CV\rho)$

0.9 = معامل التصحيح لشكل الكومة الذي يمثل مثلث غير مكتمل.

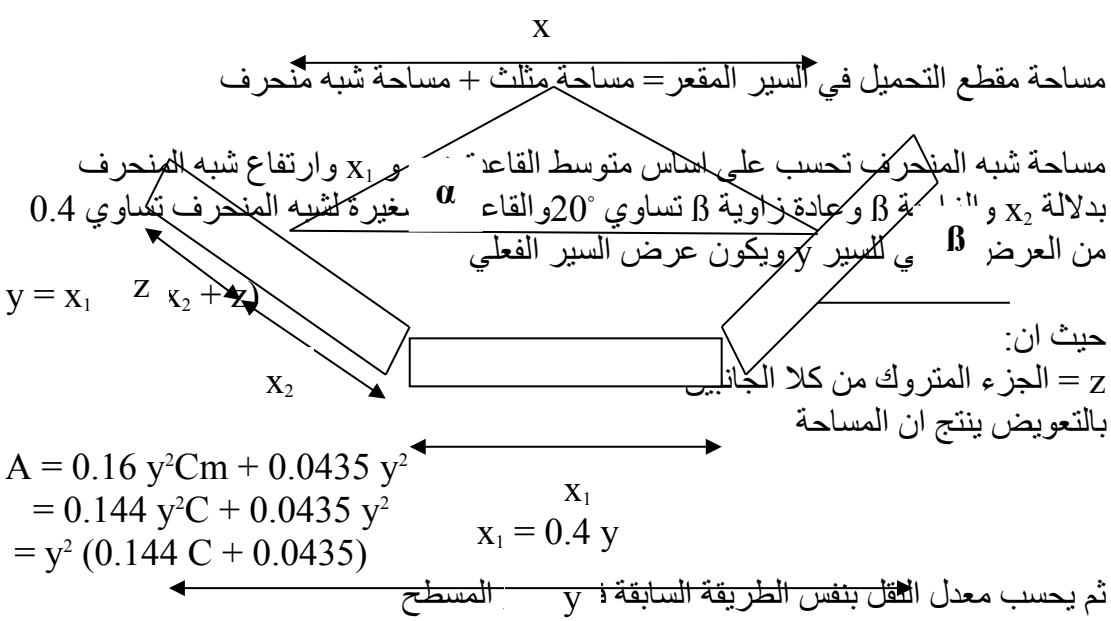
ويمكن النقل بالسير بميل بحيث زاوية ميل السير على الافقي لا تزيد عن زاوية الراحة وفي هذه الحالة:

$W = 0.144y^2\ CV\rho m$

m = معامل يتوقف على زاوية ميل السير على الافق ويمكن تسميته معامل تصحيح السعة.

زاوية ميل السير	صفر - 10	15 - 10	20 - 15	30 - 20
m	1	0.95	0.9	0.85

السير المقعر Concave conveyor



مساحة مقطع التحميل في السير المقعر = مساحة مثلث + مساحة شبه منحرف

مساحة شبه المنحرف تحسب على اساس متوسط القاعدة و x_1 وارتفاع شبه المنحرف بدلالة x_2 و[illegible] ة β وعادة زاوية β تساوي °20والقاع[illegible]غيرة لشبه المنحرف تساوي 0.4 من العرض[illegible]ي للسير y ويكون عرض السير الفعلي

حيث ان:
z = الجزء المتروك من كلا الجانبين

بالتعويض ينتج ان المساحة

$$A = 0.16\ y^2Cm + 0.0435\ y^2$$
$$= 0.144\ y^2C + 0.0435\ y^2$$
$$= y^2\ (0.144\ C + 0.0435)$$

$$x_1 = 0.4\ y$$

ثم يحسب معدل النقل بنفس الطريقة السابقة [illegible] المسطح

القدرة اللازمة لعملية النقل

تحسب القدرة اللازمة لعملية النقل على انها مجموع عدة قدرات كالاتي:

1. القدرة اللازمة لتحريك السير وهو غير محمل

= (معامل الاحتكاك بين الاجزاء المتحركة x وزن وحدة الاطوال من السير x مسافة النقل x السرعة) / ثابت

$$Power_1 = (C_1WLV)/constant$$

2. القدرة اللازمة لنقل الحبوب

= (معمامل الاحتكاك للحبوب x معدل نقل الحبوب x مسافة النقل)/ثابت

$$Power_2 = (CWL)/constant$$

3. القدرة اللازمة للتغلب على الجاذبية الارضية (في حالة الرفع على المائل فقط)

$$Power_3 = (WH)/constant$$

حيث ان:
L = المسافة بين مركزي البكرتين
H = المسافة الراسية بين مركزي البكرتين

- القدرة الكلية في حالة النقل الافقي = مجموع القدرتين الاوليتين

- والقدرة الكلية في حالة النقل على المائل = مجموع الثلاث قدرات

وهي اقل قدرة لازمة لعملية النقل وحيث ان هناك كفاءة ميكانيكية لتوصيل الحركة فان :

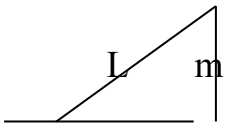
$Power_m = Power_t/\mu_m$

طول السير الحقيقي L_a = المسافة بين مركزي البكرتين x 2 x 1.25

مثال

جهاز نقل بواسطة السير يستعمل في نقل حبوب كثافتها $0.7gm/cm^3$ وزاوية الراحة لها 30^o مسافة راسية مقدارها 5m فاذا كان السير من النوع المسطح وسرعته 1.3m/sec وزاوية ميل السير 30^o وعرض كومة الحبوب 50cm اوجد:

1. الطول الحقيقي للسير
2. اقصى معدل نقل بالطن/ساعة



Sin 30 = 5/L

L = 10m

L_a = 10 x 2 x 1.25 = 25m

$W = AV\rho m = 0.144\ y^2CV\rho m$

Or

$W = 0.9\ (x^2/4)\ CV\rho m$

$W = (0.9/4)\ (1/2)^2$ x 0.5774 x 0.85 x 1.3 x 60 x 60 x $(0.7 \times 10^6 / 1000x1000)$

= 90.44 Ton/h

مثال

جهاز نقل بواسطة السيور يستعمل في نقل حبوب كثافتها $1gm/cm^3$ بمعدل 20 Ton/h الى ارتفاع 15m وبزاوية 20^o فاذا كان السير من النوع المقعر وسرعته 20m/min وزاوية المكوث 30^o ووزن وحدة الاطوال 3kg/m احسب:

1. الطول الفعلي للسير
2. العرض الفعلي للسير
3. قدرة المحرك اللازم للتشغيل اذا كانت الكفاءة الميكانيكية 85%

Sin 20 = 15/L

L= 15/0.342 = 43.86m

L_a = 43.86 x 2 x 1.25 = 109.7m

$W = AV\rho$

$20 \times 1000 = (A \times 20 \times 60 \times 1 \times 10^6)/1000$

$A = 0.0167\ m^2$

$0.0167 = y^2\ (0.144\ Cm + 0.0435)$

$y = 0.3757\ m = 37.57cm$

القدرة اللازمة لتحريك السير وهو غير محمل

$Power_1 = C_1$ WLV/constant

= 0.5 x 3 x 43,86 x 20/(60x75) = 0.3 Hp

القدرة اللازمة لنقل الحبوب

$Power_2$ = CWL/constant = 0.5773 x 20 x 1000 x 43.86/60 x 60 x 75

= 1.9 Hp

القدرة اللازمة للتغلب على الجاذبية

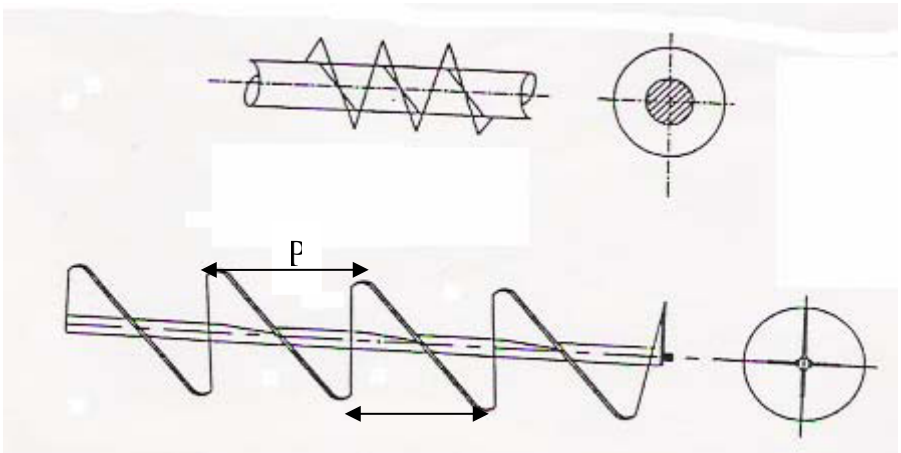
$Power_3$ = WH/constant = 20 x 1000 x 15/60 x 60 x 75 = 1.1 Hp

$Power_t$ = 0.3 + 1.9 + 1.1 = 3.3 Hp

$Power_m$ = 3.3/0.85 = 3.9 Hp~ 4 Hp

النقل بواسطة البريمة

يستخدم النقل بواسطة البريمة لنقل الحبوب ونواتج الطحن وكثير من المواد الاخرى غير المتماسكة. وتمتاز البريمة ببساطة تصميمها كما يمكن تغذيتها من اكثر من مكان. يمكن تركيب المحرك على احد طرفي البريمة. تستعمل البريمة في النقل الافقي وقد تستعمل في النقل بميل ويجب ان لا يزيد هذا الميل عن 20^o الا انه توجد بعض التصميمات الخاصة التي تستعمل في النقل راسيا الى اعلى.



تتكون البريمة من عامود محوري وقد يكون مجوفا حيث يتميز بخفة وزنه ومثبت عليه لولب (حلزونه) تدور في مجرى (حوض) وتستمد البريمة الحركة اللازمة لادارتها من محرك عن طريق احد وسائل نقل الحركة.

جهاز التغذية يشبه التغذية في السيور ولكن هنا يمكن التغذية من اكثر من مكان لاسباب خاصة مثل خلط بعض المواد ببعضها اثناء النقل. جهاز التفريغ مبسط جدا وهو عبارة عن فتحة اسفل حوض البريمة في نهايتها او قد يكون اكثر من فتحة بطول الحوض حسب الحاجة.

الحسابات الرئيسية للبريمة

تتلخص الحسابات الرئيسية للبريمة في حساب القدرة اللازمة لعملية النقل او ابعاد البريمة (قطر العامود, قطر اللولب, طول الخطوة) وعادة هناك علاقة نسبية بين هذه الابعاد مثلا 1:2:3 او 1:4:3 على التوالي.

لحساب القدرة اللازمة لعملية النقل

$$W = PN\ (\pi/4)\ (D_1^2 - D_2^2)\ \rho$$

حيث:

P : طول الخطوة (وهي المسافة بين اي جزئيين متشابهين متتاليين على اللولب- مثلا قمتين او قاعدتين متتاليتين)

N : السرعة الدورانية للبريمة

D_1 : قطر اللولب

D_2 : قطر العامود

ρ : كثافة المواد المنقولة

وفي عمليات النقل الحقيقية تكون المعادلة السابقة بالشكل التالي:

$$W = PN\ (\pi/4)\ (D_1^2 - D_2^2)\ \rho Km$$

حيث:

K : معامل التحميل ويتراوح بين 0.5-0.3 ويرجع انخفاض قيمته لمواجهة مقاومة الكراسي الوسطى المحمل عليها البريمة.

m : معامل يتوقف على زاوية ميل البريمة عن الافق وكما موضح بالجدول:

زاوية البريمة بالدرجات	صفر	5	10	15	20
المعامل (m)	1	0.9	0.8	0.7	0.65

القدرة اللازمة لعملية النقل

تحسب القدرة اللازمة لعملية النقل على انها مجموع عدة قدرات كالاتي:

1. القدرة اللازمة للتغلب على الاحتكاك بين اجزاء البريمة $power_1$ وتؤخذ عادة في حدود من 1-0.5 حصان
2. القدرة اللازمة لعملية النقل $power_2$

$$Power_2 = CWL/constant$$

حيث:

C : معامل المقاومة ويؤخذ عادة بين 1.5-1
W: معدل النقل
L : طول البريمة (مسافة النقل)

3. في حالة النقل بميل يلزم اضافة قدرة للتغلب على الجاذبية $power_3$

$Power_3 = WH/constant$

H: الارتفاع الرأسي عن مستوى التحميل

اذا كان النقل لاعلى تضاف هذه القدرة وتصبح القدرة الكلية:

$Power_t = p_1 + p_2 + p_3$

في حالة النقل لاسفل فان القدرة p_3 تطرح لتصبح المعادلة:

$Power_t = p_1 + p_2 – p_3$

مثال

جهاز نقل بواسطة البريمة يستعمل في نقل نواتج الطحن مسافة افقية 8 امتار فاذا كان طول الخطوة للبريمة 36 سم وقطر اللولب 24 سم وقطر العمود 6 سم وتدور بسرعة 200 دورة/دقيقة – احسب:

1. معدل النقل الحقيقي بالطن/ساعة
2. قدرة المحرك اللازم لتشغيل هذه البريمة اذا كان الكفاءة الميكانيكية 80 %
3. قدرة المحرك لتشغيل بريمة اخرى لها نفس المواصفات وتتم عملية النقل بزاوية 20 درجة (جا 20 = 0.364)
4. اذا تساوى معدل النقل الحقيقي للبريمتين السابقتين ما هي سرعة البريمة الثانية. معمل الاحتكاك بين البريمة والمادة المنقولة 0.4 – كثافة نواتج الطحن 2 جم/سم^3 .

$W = PN (\pi/4) (D_1^2 – D_2^2) \rho km$

$= 36 \times 200 \times (\pi/4) (24^2 – 6^2) \times 2 \times 0.4 \times 1$

$= 2441664$ gm/min

$= 146.5$ ton/hr

$P_1 = 0.75$ Hp

$P_2 = (0.4 \times 2441.664 \times 8)/ (60 \times 75) = 1.75$ Hp

$P_m = 2.5/0.8 = 3.125$ Hp

في حالة البريمة على المائل تظهر قدرة اخرى للتغلب على الجاذبية اثناء الرفع وكذلك معدل النقل سوف يتغير نتيجة للميل.

$Power_3 = WH/constant$

$H = 8 \text{ Sin } 20 = 8 \times 0.364 = 2.912$ m.

$W = 36 \times 200 \times (\pi/4) (24^2 – 6^2) (2/1000) \times 0.4 \times 0.65 = 1587.1$ kg/min.

$Power_1 =$ 8 Hp

$Power_2 =$ [illegible] $\times 1587 \times 8)/(6$ [illegible] $5) = 1.129$ Hp

$Power_3 = (1587.1 \times 2.912)/(6$ [illegible] $75) = 1.027$ Hp

$Power_t =$ [illegible] $1.129 + 1.027 = 2.907$ Hp

$Power_m = 2.907/0.8 = 3.63$ Hp

20

في حالة تساوي المعدل الحقيقي للنقل لكلا البريمتين

$P_1 N_1 (\pi/4) (D_1^2 – D_2^2) \rho_1 k_1 m_1 = P_2 N_2 (\pi/4) (D_1'^2 – D_2'^2) \rho_2 k_2 m_2$

وحيث ان جميع الابعاد للبريمتين واحدة والمادة المنقولة واحدة (الكثافة واحدة) والبريمتين من نوع واحد.

$P_1 = P_2$, $D_1 = D_1'$, $D_2 = D_2'$, $\rho_1 = \rho_2$, $k_1 = k_2$

احد البريمتين تنقل افقي والاخرى تنقل على المائل

$m_1 \neq m_2$

$N_1 m_1 = N_2 m_2$ or $N_1/N_2 = m_2/m_1$

$200/N_2 = 0.65/1$

$N_2 = 200 \times 1/0.65 = 304$ rpm