

СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА СПЕЦИАЛНИТЕ ЛЕНТОВИ ТРАНСПОРТЬОРИ

Христо Шейретов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, sheiretov@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Направен е обзор на най-разпространените специални лентови транспортёри, принцип на действие и приложение. Определена е производителността на тези транспортёри при еднаква широчина на лентата. Направено е сравнение на класическите лентови транспортёри с въжено-лентовите, тръбните и аеро транспортёри, а също сравнение на тези с горна притискаща лента и транспортёрите с кофи.

COMPARISON OF THE SPECIAL BELT CONVEYORS

Hristo Sheiretov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, sheiretov@abv.bg

ABSTRACT. A review of the special belt conveyors, the working principle and the application is made. The output of these conveyors at constant belt width is determined. A comparison of the trough conveyors toward the cable belt, pipe and aero conveyors and a comparison of the sandwich (HAC) toward the pocketlift conveyors is made.

Увод

Към специалните лентови транспортёри спадат:

1. Лентови транспортёри за големи дължини на транспортиране

- Въжено-лентови транспортёри (cable belt conveyors);
- 2. Лентови транспортёри за преодоляване на криви с малък радиус**
- Тръбни лентови транспортёри (pipe conveyors);
- Лентови транспортёри с висяща лента (Sicon conveyors);

3. Лентови транспортёри за големи наклони

- Лентови транспортёри с горна притискаща лента (sandwich conveyors);
- Лентови транспортёри с кофи (pocketlift conveyors);

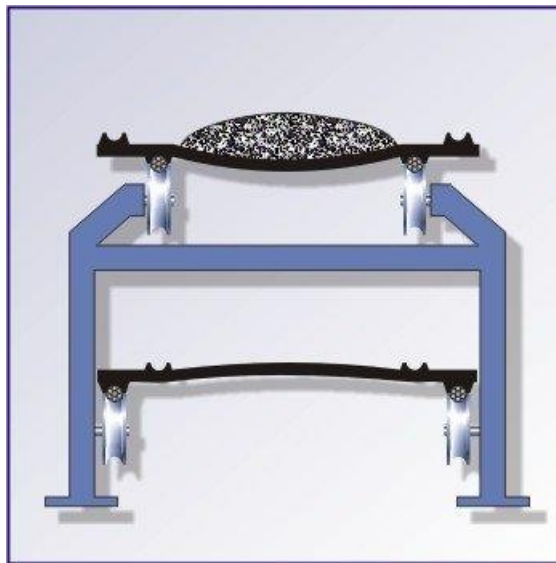
4. Други лентови транспортёри

- Лентови транспортёри на въздушна възглавница (air supported conveyors, аеро conveyors);

При въжено-лентовите транспортёри (ВЛТ) (фиг.1) материалът се транспортира с транспортна лента, която лежи свободно върху две теглителни въжета. В лентата са вулканизирани стоманени пластини, които и придават напречна устойчивост. Въжетата се поддържат от шайби, облицовани с гума. ВЛТ се използват като магистрални стационарни транспортёри за транспортиране на въглища и руда от рудника до потребителя (Дьяков, 1982; Cable belt, Pengelly, 1998; PVL conveyor; Thomson).

При тръбните лентови транспортёри (ТЛТ) (фиг.2) материалът се транспортира в лента огъната като тръба, която се изправя при задвижващия и обръщателен

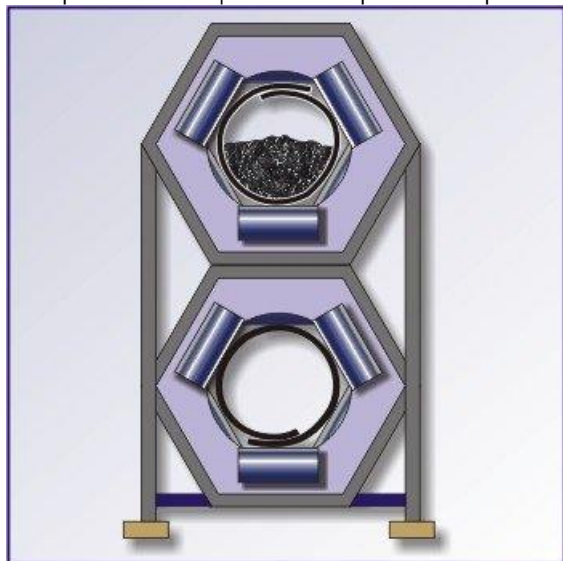
барабан. Изправянето и огъването на лентата се осъществява от последователно наредени ролки с различен наклон. ТЛТ се използват в циментовата промишленост (за транспортиране на варовик, цимент, клинкер), в химическата промишленост (за транспортиране на отровни вещества) и при електроенергетическите централи (за транспортиране на въглища, пепел, гипс и варовик) (Alsprough, 2004; Fletcher; Flexopipe, 1989; Rollgurt; Wiedenroth, 2006).



Фиг.1 Въжено-лентов транспортёор

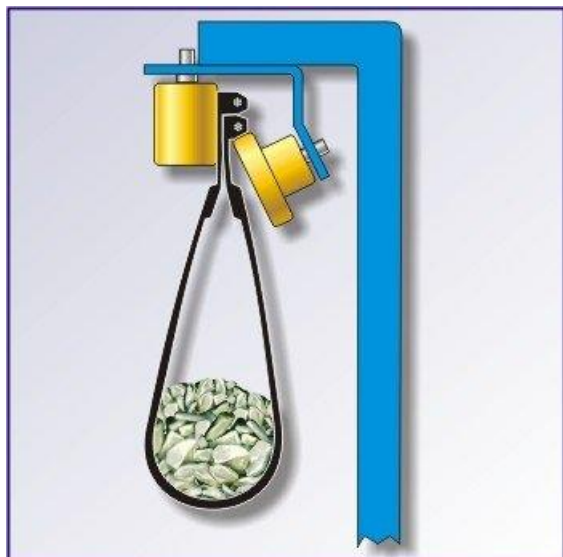
При лентовите транспортёри с висяща лента (ЛТВЛ) (фиг.3) материалът се транспортира в специална лента, в горните краища на която са вулканизирани стоманени

въжета. Лентата се движи върху вертикални ролки, а затварянето се осъществява от хоризонтални ролки.



Фиг.2 Тръбен лентов транспортър

ЛТВЛ се използват за транспортиране на скъпи абразивни материали (кимберлит, диаманти)(СКИТ).

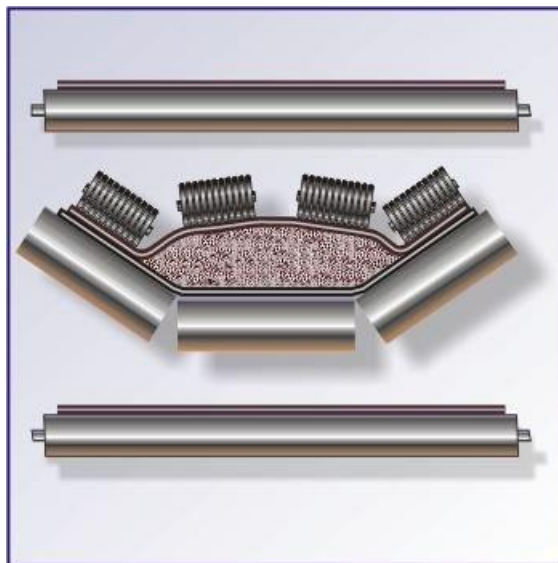


Фиг.3 Лентов транспортър с висеща лента

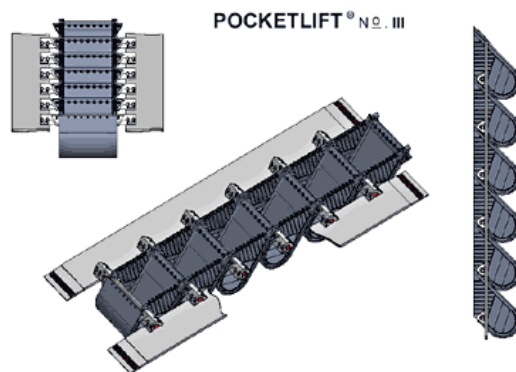
При лентовите транспортъри с горна притискаща лента (ГПЛ) (фиг.4) материалът се транспортира притиснат между две ленти. Притискащата сила се осъществява от ролки с пружини. ГПЛ се използват за наклонено и вертикално транспортиране на насипни материали в минната промишленост и в строителството (наклонен подемен ГПЛ в открит рудник, вертикален ГПЛ в шахта на подземен рудник, вертикален ГПЛ за натоварване на бункери, наклонен в ръката на роторни багери) (НАС conveyors; Terra Nova; Sonda,1991).

При лентовите транспортъри с кофи (ЛТК) (фиг.5) материалът се транспортира в гумени кофи. Кофите са закрепени върху стоманени греди, които са разположени между две гумено-въжени ленти. ЛТК се използват най-често за вертикално транспортиране на материали (натоварване на бункери, роторни разтоварачи на кораби, вертикални шахти за изнасяне на материала при

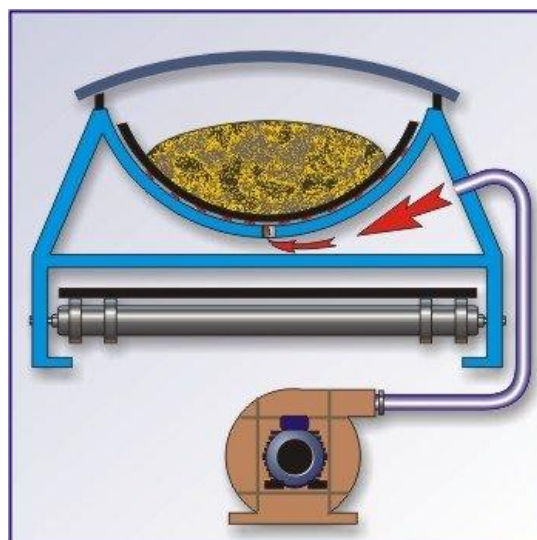
строителство на подземни тунели) (Alsprough,2004; Paelke,2000; Pocketlift 2004).



Фиг.4 Транспортър с горна притискаща лента



Фиг.5 Лентов транспортър с кофи



Фиг.6Лентов транспортър на въздушна възглавница

При лентовите транспортъри на въздушна възглавница (ЛТВВ) (фиг.6) материалът се транспортира върху транспортна лента, която се поддържа от състен въздух, излизащ от отвори на улея под нея. ЛТВВ са намерили приложение в минната, хранително-вкусовата и

химическата промишленост (за транспортиране на въглища, захар, химикали и др..) (Васильев, 1991; SKIT).

Целта на настоящето изследване е да се направи сравнение между различните видове транспортъори. Ще бъдат направени следните сравнения:

1. Класически лентов транспортъор (КЛТ) с ВЛТ. Ще бъде разгледан пример на два транспортъора с голяма дължина.
2. КЛТ с ТЛТ. Ще бъде разгледан пример при трасе изискващо завой с малък радиус.
3. ГПЛ с ЛТК при наклонено и вертикално транспортиране на материал.
4. КЛТ с ЛТВВ.

Сравнение на производителността на различните видове транспортъори

1. Въжено-лентов транспортъор (Дьяков, 1982)

$$Q = K_n \cdot v \cdot B^2, \text{ m}^3/\text{h}, \text{ където:}$$

K_n – коефициент ($K_n=270$ при въглища);

v [m/s] – скорост на лентата;

B [m] – ширина на лентата.

2. Тръбен лентов транспортъор (Flexoripe)

$$Q = 3600 \cdot v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \psi, \text{ m}^3/\text{h}, \text{ където:}$$

D [m] – диаметър на тръбата ($D=0,25\text{m}$ при $B=1\text{m}$);

ψ – коефициент на запълване ($\psi=0,8$).

3. Лентов транспортъор с горна притискаща лента (Дьяков, 1982)

$$Q = 3,6 \cdot k_n \cdot k_v \cdot v \cdot B^2, \text{ m}^3/\text{h}, \text{ където:}$$

k_n – коефициент отчитащ сечението на материала;

$$k_n = 43,6 + 160 \cdot \text{tg} \delta \text{ при } \gamma = 20^\circ;$$

δ [°] – ъгъл на откоса на материала при движение;

γ [°] – ъгъл на наклона на страничните ролки;

k_v – коефициент отчитащ намаляването на производителността от притискащите ролки ($k_v=0,7$).

4. Лентов транспортъор с кофи (Pocketlift, 2004)

$$Q = 3600 \cdot v \cdot \frac{V}{a} \cdot \psi, \text{ m}^3/\text{h}, \text{ където:}$$

V [m³] – обем на кофите ($V = 0,073 \text{ m}^3$ при $B=1\text{m}$);

B [m] – ширина на кофите;

a [m] – разстояние между кофите ($a=0,5\text{m}$ при $B=1\text{m}$);

ψ – коефициент на запълване на кофите ($\psi=0,7$).

5. Класически лентов транспортъор (Кузманов, 1986)

$$Q = 3,6 \cdot k_n \cdot v \cdot B^2, \text{ m}^3/\text{h}$$

Ще определим производителността на транспортъорите при еднаква ширина ($B=1\text{m}$) и еднаква скорост ($v=1\text{m/s}$) на лентата. Прието е още: вид на транспортирания материал-въглища, $\delta=15^\circ$ и $\gamma=20^\circ$. Резултатите от изчисленията са дадени в табл. 1.

Таблица 1 Производителност на различните видове транспортъори при $B=1\text{m}$ и $v=1\text{m/s}$

Вид	ЛТК	КЛТ	ВЛТ	ГПЛ	ТЛТ
Q [m³/h]	370	310	270	220	150

Сравнение на класическите лентови транспортъори с въжено-лентовите

Предимства на ВЛТ спрямо КЛТ:

1. Възможност за транспортиране на по-голяма дължина. Причина за това е, че лентата е по-малко натоварена, тъй като опъновите сили се поемат от въжетата. Най-дългият ВЛТ в момента е 30,4 km (SKIT), а най-дългия КЛТ – 15,6 km (Thomson);

2. По-лека и евтина транспортна лента. Така например при дължина на транспортъора $L=15\text{km}$ и производителност $Q_n=1800\text{t/h}$, линейното тегло на лентата е $q_n=57\text{N/m}$ при ВЛТ спрямо $q_n=176\text{N/m}$ при КЛТ. (Thomson);

3. По-малка металоемкост при еднакви L и Q_n . Това се дължи на по-малкия брой ролкови опори при ВЛТ. Според (Thomson) на 1000 ролкови опори при КЛТ се падат 76 при ВЛТ.

4. По-малък коефициент на съпротивление при движение. Причина за това е по-малкото провисване на лентата между опорите и по-малките сили на триене в ролките;

5. По-леки ролкови опори. Според (Thomson) ако теглото на ролковите опори в товарния клон на КЛТ е $G'_p=100\text{N}$, то при ВЛТ – $G'_p=76\text{N}$;

6. По-малък разход на енергия. Това се дължи на горните четири фактора (т.2, т.3, т.4 и т.5). Според (Thomson) при $L=9900\text{m}$, денивелация $H=15\text{m}$, $Q_n=2000\text{t/h}$ и $v=4,18\text{m/s}$ при КЛТ необходимата мощност на задвижване е $N_{\delta\epsilon}=1650\text{KW}$, а при ВЛТ- $N_{\delta\epsilon}=1470\text{KW}$.

7. Задвижващата станция е на разстояние от транспортната лента. Това улеснява обслужването и намалява замърсяването и.

Недостатъци на ВЛТ спрямо КЛТ:

1. По-сложна задвижваща и опъвателна станция. Поради наличието на две опъвателни устройства (за всяко въже) при ВЛТ, опъвателната станция заема повече място;

2. По-малка производителност при еднаква ширина на лентата (виж табл.1). В табл.1 Q е изчислено при $\gamma=20^\circ$. При по-голям ъгъл ($\gamma=30^\circ$ или 35°), производителността при КЛТ ще се увеличи още повече;

3. Ограничение на максималния размер на късовете от материала. При КЛТ $a_{\text{max}}=500\text{mm}$, докато при ВЛТ – $a_{\text{max}}=300\text{mm}$;

4. По-големи експлоатационни разходи. В (Maton, 2009) е направено сравнение на два инсталирани транспортъора с еднаква проидводителност, денивелация, скорост на лентата и транспортиран материал ($L=10213\text{m}$,

$Q_n=2200\text{t/m}^3$, $H=5,6\text{m}$, $v=4,1\text{m/s}$, желязна руда с плътност $\rho=2,2\text{t/m}^3$). При ВЛТ лентата е сменена след 10 години., а при КЛТ след 15. Освен това при ВЛТ въжетата са сменени след 6 години.

Сравнение на класическите лентови транспортъори с тръбните

Предимства на ТЛТ спрямо КЛТ:

1. Материалът не се влияе от атмосферните условия (вятър, дъжд, влага, сняг);
2. Не се запрашава атмосферата;
3. Няма достъп на отровни вещества до околната среда;
4. По-малък радиус на кривите При ТЛТ минималния радиус на хоризонтален завой е $R=30^\circ$ (Flexopipe; Rollgurt), а при КЛТ $R=260^\circ$ (СКИТ);
5. По-голям наклон на транспортиране. При ТЛТ $\beta=30^\circ$ (Flexopipe, Rollgurt), докато при КЛК – $\beta=18^\circ$;
6. По-малки разходи за почистване на лентата;
7. По-малък брой задвижващи и опъвателни станции и по-малко претоварни устройства. В (СКИТ) е дадено сравнение на две транспортни системи. Първата се състои от 2 КЛТ разположени под прав ъгъл, всеки с дължина $L=250\text{m}$ и денивелация съответно $H=4$ и 15m . Втората се състои от един ТЛТ с дължина $L=470\text{m}$, и денивелация $H=15\text{m}$, които прави завой с радиус $R=80\text{m}$. Предимства на втората система е по-малката дължина на транспортъора (в сравнение със сумарната на двата КЛТ), липсата на претоварна станция, по-малкия брой барабани (2 срещу 4), по-малкия брой задвижващи станции (1 срещу 2) и по-малкия брой опъвателни станции (1 срещу 2);
8. Удобни са за транспортиране на материали в двете посоки. В (Wiedenroth, 2006) са дадени примери на такива системи (между циментов завод и пристанище в едната посока се транспортира цимент, а в другата-въглища и варовик).

Недостатъците на ВЛТ спрямо КЛТ са:

1. По-малка производителност при еднакво широчина на лентата (виж табл.1);
2. По-малка едрина на материала ($a_{\max}=400\text{mm}$ при ТЛТ срещу 500mm при КЛТ);
3. По-голяма металоемкост (по-голям брой ролки);
4. Допълнителни съпротивления при преминаването на лентата от коритообразно в кръгло сечение и обратно.
5. Допълнителни съпротивления при хоризонталните и вертикални зavoи. За примера разгледан по-горе (в т.7 от предимствата), необходимата задвижваща мощност при двете системи е приблизително еднакъв, въпреки, че ТЛТ е с по-малка дължина и по-малка денивелация.

Разновидност на ТЛТ са ЛТВЛ. Те могат да преодоляват криви с много малък радиус ($R=1\text{m}$), но имат малка производителност (до $400\text{m}^3/\text{h}$) и малък размер на късовете материал ($a_{\max}=70\text{mm}$) (СКИТ).

Сравнение на транспортъорите с горна притискаща лента и лентовите транспортъори с кофи

Еднакви параметри и за двата вида транспортъори са: максимален размер на късовете материал $a_{\max}=100\text{mm}$, скорост на лентата $v=2-6\text{m/s}$ и ъгъл на наклона на транспортиране $\beta=30-90^\circ$.

Предимства на ЛТК спрямо ГПЛ:

1. По-голяма височина на транспортиране. Максималната височина при ЛТК е 500m (Pocketlift), а при ГПЛ е 90m (HAC conveyors);
2. По-малка собствена маса и по-малък разход на енергия.

Недостатъци на ЛТК спрямо ГПЛ:

1. По-малка производителност. При ЛТК Q достига $6000\text{m}^3/\text{h}$, докато при ГПЛ – $12000\text{m}^3/\text{h}$. (Pocketlift; HAC conveyors). Причина за това е по-голямата широчина на лентата B при ГПЛ (до 3m), срещу $1,2\text{m}$ при ЛТК (при тях това е широчината на кофите). При едновременно B обаче, ЛТК имат по-голяма производителност (виж табл.1);
2. По-трудно центриране на лентата.

Сравнение на класическите лентови с тези на въздушна възглавница

Предимства на ЛТВВ спрямо КЛТ:

1. По-лека и евтина транспортна лента;
2. Не се натрошава материалът при транспортиране;
3. По-малка маса и металоемкост;
4. По-голям наклон на транспортиране (до 28° при ЛТВВ спрямо 18° при КЛТ) (Васильев, 1991).

Недостатъци на ЛТВВ спрямо КЛТ:

1. По-голям разход на енергия (до $0,8\text{KW}$ на 1m дължина) (Васильев, 1991);
2. Загуба на устойчивост на лентата при неравномерно натоварване;
3. По-малка производителност (до $600\text{m}^3/\text{h}$);
4. По-малка дължина на транспортиране (до 500m).

Литература

- Васильев, К.А. Транспортные устройства и склады. Недра, Москва, 1991
- Дьяков, В.А., Шахмейстер, Л.Г., В.Г.Дмитриев. Ленточные конвейеры в горной промышленности. Недра, Москва, 1982
- Кузманов, А.И.. Транспорт в обогатителните фабрики. Техника, София, 1986
- Alsprough, M.A.. Latest developments in belt conveyor technology. Las Vegas, Mine Expo 2004
- Cable Belt Brochure-Metso Minerals – проспект
- СКИТ – The bulk materials handling knowledge base
- Fletcher, A.E., E.L. Toit. Environmentally friendly enclosed conveyor systems.
- Flexopipe – from conveyor belt to conveyor pipe. Scholtz GmbH. Проспект, 1989

HAC conveyors. Continenyal conveyor & equipment co0mpany – проспект
Maton, A.E.. Overland conveyors: cable or trough belt. Bulk Solids Handling, 3/2009
Paelke, J.W.. Pocketlift – proved performance in Big Apple tunnel project. Bulk Solids Handling, 3/2000
Pengelly, R.J.. World's largest curved conveyor moves bauxite at Orissa project. Engineering & Mining Journal, 6/1998
Pocketlift – передовая система крутонаклонный и вертикальной транспортировки. Metso minerals, проспект, 2004
PVL conveyor. Cable Belt Conveyor &Ltd – проспект

Rollgurt conveyor. A new development of continental and PWH. PWH anlagen systeme – проспект
Sonda, A.P.. Vertical conveyor solves space problem. Coal handling & transportation, 11/1991
Terra Nova Technologies. Innovations in ore and waste conveying
The evolution of the pipe conveyor. International bulk handling technology BV
Thomson, I.M.. Development of the cable belt conveyor. SAIMH
Wiedenroth, J.. Pipe conveyor applications for double load transport. Bulk Solids Handling, 7/2006

*Препоръчана за публикуване от катедра
„Механизация на мините”, МЕМФ*