

Ruote, norie e coclee

a) Ruote a cassette

Lo schema di queste ruote (FIGURA 1) ne rende evidente il funzionamento: la ruota (R) di notevole diametro, munita di un certo numero di cassette aperte da un lato, è parzialmente immersa nel canale (o nel serbatoio) di alimentazione (C_a); in seguito alla rotazione, le cassette si immergono nel liquido, si riempiono (non completamente) e, giunte al vertice superiore, rovesciano il liquido nel canale di raccolta (C_m) che lo invia all'utilizzazione. Poiché il diametro della ruota deve necessariamente superare il dislivello fra i due peli liberi, risulta chiaro che quest'ultimo è limitato a $4 \div 5$ metri al massimo; il rendimento complessivo di tali macchine si aggira sui valori $0,65 \div 0,75$. Per il calcolo della portata, indicando con V_0 il volume di ogni cassetta, e con z il numero delle cassette, il volume teorico di liquido sollevato a ogni giro è: $V_t = z \cdot V_0$ e se la ruota compie n giri al minuto, la portata teorica risulta:

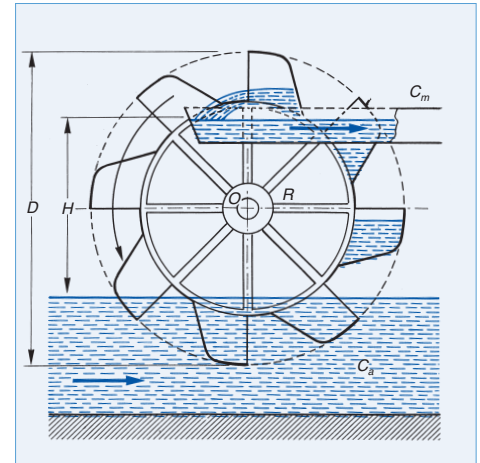
$$q_{vt} = z \cdot V_0 \cdot \frac{n}{60}$$

Indicando infine con η_v un coefficiente di riempimento (peraltro assimilabile al rendimento volumetrico della macchina), la portata effettiva si esprime con la relazione:

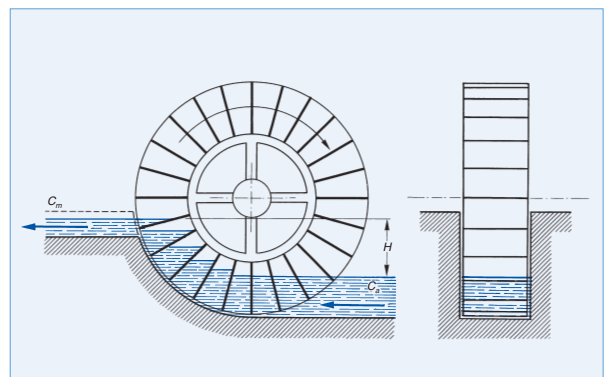
$$q_v = \eta_v \cdot z \cdot V_0 \cdot \frac{n}{60} \quad (1)$$

b) Ruote a palette

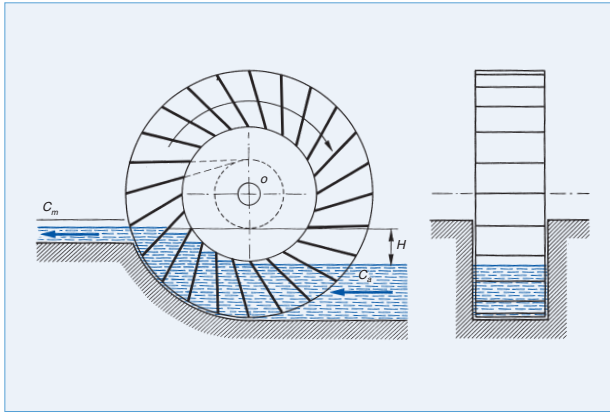
La ruota (FIGURA 2) porta una serie di palette disposte in senso pressoché radiale e gira entro il canale alimentatore (C_a) le cui pareti sfiorano i fianchi della ruota stessa; nel movimento di rotazione, il liquido rimane imprigionato fra le pareti del canale e due palette adiacenti, trascinato per un certo tratto e infine riversato nel canale di raccolta (C_m) il cui pelo libero deve necessariamente risultare inferiore al centro di rotazione della macchina. L'altezza di sollevamento è perciò minore di quella ottenibile con le ruote a cassette ($H = 2 \div 3$ m), la costruzione della ruota più complessa e il rendimento volumetrico leggermente inferiore. Anche il rendimento idraulico di queste ruote non è elevato poiché ogni palette inserendosi nel canale di alimentazione colpisce la superficie libera del liquido provocando una dissipazione di energia per urto; per questo motivo, queste macchine vengono definite anche *ruote a schiaffo* per



1 Ruota a cassette (schema).



2 Ruota a schiaffo (schema).



3 Ruota a palette (schema).

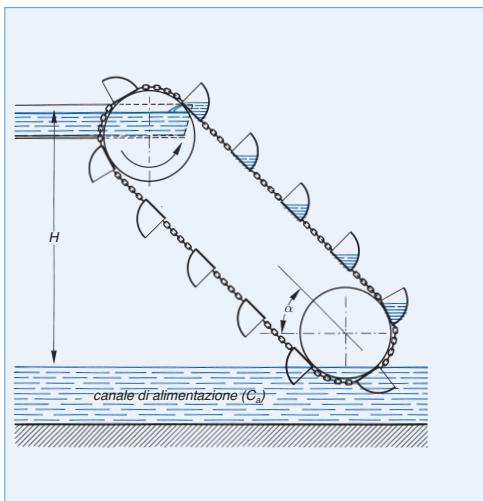
distinguerle da altre ruote nelle quali le palette non sono più radiali ma leggermente incurvate all'indietro rispetto al senso di rotazione (FIGURA 3).

Quest'ultimo tipo si presta meglio delle precedenti nei casi in cui il canale di alimentazione sia soggetto a variazioni di livello, essendo meno sensibili le variazioni degli angoli di immersione delle palette.

c) Norie e coclee

Le norie e le coclee rientrano in quella categoria di meccanismi che – a differenza delle ruote idrauliche – sono azionati generalmente a mano o per mezzo di rudimentali organi di trasmissione che utilizzano il lavoro animale; hanno in comune con le ruote i bassi

valori del rendimento e l'assenza di ogni azione premente, il che ne limita l'impiego ai casi di semplice sollevamento del liquido.



4 Noria a secchi ad asse inclinato (schema).

Norie

In FIGURA 4 è schematizzata una **noria a secchi** costituita, come è facile rilevare, da una doppia catena alla quale sono fissati, a intervalli regolari, un certo numero di recipienti; la catena si avvolge parzialmente su due rulli, uno dei quali, azionato dall'esterno, comunica il movimento a tutto l'insieme, in modo che i singoli secchi si immergano nel serbatoio alimentatore riempiendosi di liquido e trasportandolo nella parte superiore della macchina, dove scaricano il contenuto entro il canale di raccolta.

Il funzionamento è perciò poco dissimile da quello di una ruota a cassette; ne segue che il dislivello H e la portata sono ambedue limitati dalla necessità di non creare un meccanismo eccessivamente ingombrante e poco maneggevole. Le norie a secchi possono essere installate con asse inclinato (FIGURA 4) o con asse verticale (FIGURA 5); in quest'ultima ipotesi, indicando con:

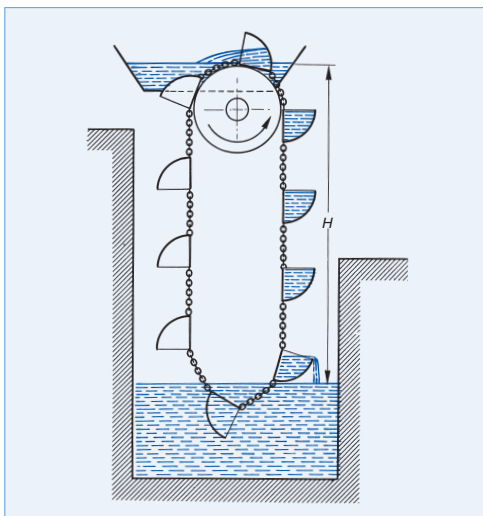
- V_0 la capacità di ogni secchio;
- z il numero dei secchi;
- n il numero di giri/min compiuti dal meccanismo
- η_v il rendimento volumetrico

si ottiene la portata della macchina con la relazione:

$$q_V = \eta_v \cdot V_0 \cdot z \cdot \frac{n}{60} \quad (2)$$

Se l'asse della noria è inclinato sull'orizzontale di un certo angolo, parte del liquido trabocca dai secchi durante il movimento ascendente; la portata si può sempre calcolare con la relazione (2) introducendovi un coefficiente correttivo ε il cui valore oscilla fra 0,6 e 0,8:

$$q_V = \varepsilon \cdot \eta_v \cdot V_0 \cdot z \cdot \frac{n}{60} \quad (3)$$



5 Noria a secchi ad asse verticale (schema).

Nelle **norie a dischi** (FIGURA 6), la cui disposizione è sempre ad asse verticale, i secchielli sono sostituiti da comuni dischi (di

metallo, di cuoio rigido, di legno duro ecc.) fissati a un'unica catena passante per il loro centro; nel movimento ascendente prodotto dal rullo, i dischi penetrano, con piccolo gioco in un tubo, imprigionando una certa quantità di liquido e trascinandolo fino all'estremità superiore del tubo stesso, da dove esso trabocca nel canale di raccolta.

La portata del meccanismo si esprime con la formula:

$$q_V = \eta_v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v \quad (4)$$

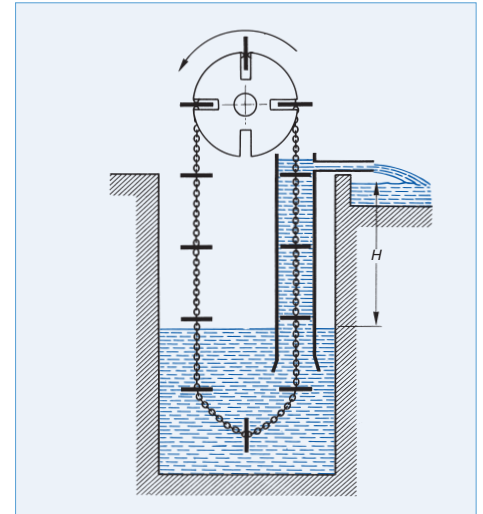
in cui:

d è il diametro dei dischi (m);

v è la velocità di spostamento della catena (m/s);

η_v è il consueto rendimento volumetrico che terremo piuttosto basso in relazione al gioco esistente fra dischi e tubo.

Il rendimento totale di queste macchine oscilla fra 0,5 e 0,7.



6 Noria a dischi (schema).

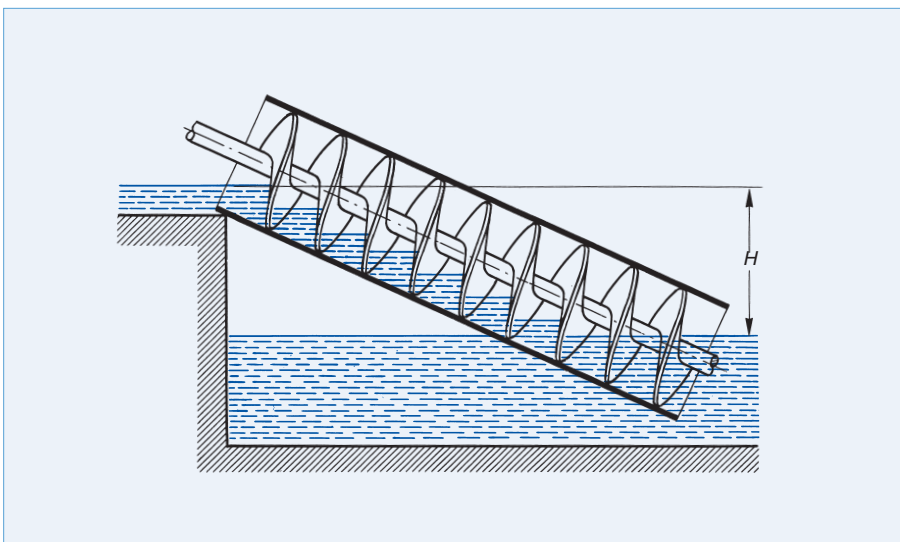
Coclee

Una coclea (FIGURA 7) è costituita essenzialmente da un tronco cilindrico nel cui interno ruota un asse attorno al quale si sviluppa una superficie elicoidale a uno o più principi; nel movimento di rotazione l'estremità dell'organo mobile pesca nel liquido e ne capta una parte elevandola, nei giri successivi, fino allo sbocco del cilindro, dall'estremo del quale trabocca nel canale di raccolta. In altri tipi, il cilindro e l'asse formano un corpo unico, ed è il cilindro stesso a ruotare immergendo la propria estremità inferiore nel liquido e riversandola a una quota superiore. Il dislivello che si può superare è in genere dell'ordine di 4 ÷ 6 metri; la portata si può esprimere con la formula:

$$q_V = \eta_v \cdot V_0 \cdot z \cdot \frac{n}{60} \quad (5)$$

dove:

V_0 rappresenta il volume di liquido imprigionato fra due spire contigue dell'elicoide;



7 Coclea (schema).

z è il numero dei principi dell'elicoide;

n è il numero di giri/min compiuti dall'organo rotante;

η_v è il rendimento volumetrico della macchina, generalmente piuttosto basso.

Le coclee, ormai quasi abbandonate nel campo dell'idraulica, sono invece largamente impiegate per il convogliamento di materiali incoerenti (sabbia, sale, cemento ecc.) o per l'alimentazione di alcuni focolari di caldaie a vapore.

Terminiamo l'approfondimento con alcuni esercizi riguardanti ruote e norie.

1 ESERCIZIO SVOLTO

Argomento Ruote a cassette e norie

Una ruota a cassette solleva $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ di acqua superando un dislivello di 4 m ; la ruota ha il diametro di 5 m ed è munita di 16 cassette, ciascuna delle quali può contenere 40 litri di liquido. Si calcoli il numero di giri/min compiuti dalla ruota e la potenza richiesta per il suo azionamento.

► a) Dalla formula (1) della portata fornita:

$$q_v = \eta_v \cdot z \cdot V_0 \cdot \frac{n}{60}$$

è facile ricavare il valore di n :

$$n = \frac{60 \cdot q_v}{\eta_v \cdot z \cdot V_0}$$

una volta fissato il rendimento volumetrico della macchina; tenendo conto che le cassette versano buona parte dell'acqua raccolta, è ragionevole fissare: $\eta_v = 0,75$ per cui:

$$n = \frac{60 \cdot 500}{0,75 \cdot 16 \cdot 40} \cong 62,5 \text{ giri/min}$$

b) Ritenendo che il rendimento globale della macchina valga mediamente $0,6$ la potenza assorbita vale:

$$P_a = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,5 \cdot 4}{0,6} \cong 32\,700 \text{ W}$$

ESERCIZI PROPOSTI

1.a ▲▲▲ Una noria a secchi ad asse verticale è composta da una catena con 20 recipienti che si avvolge parzialmente su un tamburo la cui velocità angolare è di 6 rad/s ; ritenendo che ogni recipiente abbia la capacità di 30 L e offra un coefficiente di riempimento pari a $0,6$ si calcoli la portata fornita dalla macchina.

Soluzione: $q_v \cong 344 \text{ L/s}$

1.b ▲▲▲ La noria dell'esercizio precedente è adesso del tipo a dischi; il diametro dei dischi è di 22 cm e quello del tamburo motore è di 1 m . Calcolare la portata assumendo $\eta_v = 0,7$.

Soluzione: $q_v \cong 80 \text{ L/s}$