

ANALISI TECNICHE

Ugelli per jet e scelta delle pompe ad alta pressione

di Aldo Coccolo

Tutti gli imprenditori del settore spurgo pozzi neri e pulizia impianti fognari ed idrici acquistano veicoli allestiti in "combinata", cioè equipaggiati con pompa del vuoto per aspirare fanghi e liquami e con pompa per acqua ad alta pressione per il lavaggio e disostruzione idrodinamica delle condotte. Nel definire un allestimento si considera il tipo di lavoro prevalente che si deve fare con esso, piccole condotte o grandi condotte – lavori civili o industriali – lavori di pulizia o trasporto, quindi si cerca di trovare il giusto compromesso tra portata utile, volumi per la raccolta dei liquami e per la riserva d'acqua per i lavaggi, potenza delle pompe installate, potenza del motore del veicolo, prezzo.

Dopo aver acquisito il veicolo allestito, quasi mai ci si sofferma su valutazioni che invece permetterebbero l'utilizzo ottimale delle dotazioni; capita che con una pompa meno potente si riescano a fare lavori che non riescono a pompe più grandi o che pompe potenti deludano le aspettative sul lavoro; sono sorprese che derivano spesso dalla scorretta applicazione delle dotazioni disponibili.

Sofferamoci sui lavori di pulizia e disostruzione idrodinamica per i quali si considera, generalmente e unicamente, quantità e pressione dell'acqua. Ma la pressione dell'acqua alla mandata della pompa è solo uno dei quattro fattori (pressione-velocità-portata-Cd) che determinano l'efficacia dei getti d'acqua nel lavoro; una pompa di acqua potrebbe lavorare alla massima pressione ma l'efficacia del getto al termine del tubo del naspo potrebbe anche essere scarsa ed equivalente a quella di un rubinetto di casa.

La lettura del manometro della pressione dell'acqua non è una indicazione completa per organizzare un lavoro di disostruzione, indica solo la pressione sulla testata della pompa; quando la pressione è massima significa che sono disponibili le massime prestazioni della pompa, ma ciò non conferma che tutta l'acqua pompata sta confluendo verso gli utilizzi. Infatti una parte dell'acqua, anche rilevante, potrebbe essere in riciclo sulla testata o sull'aspirazione attraverso la valvola di regolazione, creando tra l'altro importanti problemi di usura della valvola stessa o vaporizzazione dell'acqua che determina irregolarità nel funzionamento della pompa.

L'efficacia dei getti d'acqua si deve valutare quindi sia in funzione della pressione che della portata di una pompa in funzione; le prestazioni massime che una pompa può fornire sono quelle di progetto e riportate sulla targhetta e che combinano una portata massima ed una pressione massima; se durante il funzionamento il manometro non raggiunge la pressione massima di targa o la pressione richiesta con opportuna taratura, dopo aver verificato che non ci sono perdite sulla linea né malfunzionamenti della pompa, si può stabilire che la sezione di scarico degli ugelli applicati all'estremità della linea è troppo elevata.

Quindi per ottenere le migliori prestazioni è importante scegliere la sezione di efflusso degli ugelli in relazione alla portata della pompa (con una tolleranza del 5% max) per la pressione a cui si vuole lavorare, il riciclo sull'aspirazione deve essere sicuramente chiuso. Non è difficile calcolare la portata teorica o cilindrata di una pompa alternativa a pistoncini, generalmente la più usata per i servizi in questione, a pressione atmosferica applicando la seguente formula:

$A \times S \times C \times R = \text{cilindrata in dmc o litri}$

A = area della sezione del pistone ($3.14 \times r^2$, dove $r = D/2$ con D = diametro del pistone in dm),

S = lunghezza della corsa in dm,

C = numero dei pistoncini,

R = giri al minuto dell'albero che aziona i pistoncini;

il calcolo fornisce la portata teorica della pompa, o cilindrata, a pressione atmosferica; nella pratica occorre tuttavia applicare dei coefficienti di riduzione (*) per calcolare la portata effettiva rispetto alla cilindrata ed in funzione della pressione alla mandata:

(*) coefficienti di riduzione

per pressione a 300 bar moltiplicare la cilindrata per 0.95 = portata effettiva,

per pressione a 500 bar moltiplicare la cilindrata per 0.90 = portata effettiva,

per pressione a 700 bar moltiplicare la cilindrata per 0.85 = portata effettiva.

I valori dei coefficienti sopra riportati ci consentono, con un'interpolazione, di individuare il valore del coefficiente di riduzione (*) ad altri valori della pressione di mandata. Per calcolare la portata reale alla mandata della pompa ad una certa pressione occorre dunque moltiplicare la portata teorica a pressione atmosferica, o cilindrata, per il coefficiente di riduzione a quella certa pressione. Un modo empirico per verificare la portata della pompa a pressione atmosferica, corrispondente praticamente alla cilindrata, è il seguente: si fa funzionare la pompa ai giri di regime con un tubo molto corto sulla mandata e senza alcun ugello o strozzatura, di diametro pari al foro di mandata della pompa in modo che il manometro resti a zero; quindi si cronometra il tempo necessario per riempire con il tubo un fusto di capacità nota per esempio $V = 200$ litri (o dm cubi), se si riempie il fusto nel tempo $T = 2$ minuti, si esegue: **$V : T = 200 : 2 = 100$ lit./min.**

La **mandata dell'acqua** è la pressione che fa scorrere l'acqua nel circuito di mandata, e il lavoro svolto per tenere in movimento l'acqua comporta una riduzione della pressione lungo il tragitto di modo che la pressione all'ugello è sempre inferiore alla pressione sulla mandata della pompa. Quindi mentre il manometro segna la pressione massima di targa sulla mandata della pompa, in effetti si perde pressione lungo il percorso dell'acqua ad alta pressione, non si vede tale perdita di pressione ma bisogna tenerne conto.

La perdita di pressione dipende dunque dalla lunghezza del percorso dell'acqua in pressione, ma dipende anche dalla sezione interna dei tubi sulla mandata, da strozzature per raccordi, da cambi di direzione per curve, dagli ugelli applicati all'estremità, da lance applicate, da raccordi terminali (esistono appositi grafici la cui consultazione aiuta nelle valutazioni e nei calcoli).

Nell'uso corrente si trovano tubi da $\frac{3}{4}$ " BSP di marche differenti, che hanno un foro da 18 mm, altri hanno un foro da 20mm, quindi non c'è un valore fisso del foro corrispondente a tubo da $\frac{3}{4}$ " BSP; una lancia manuale da $\frac{1}{4}$ " BSP può avere anche un raccordo filettato con foro da 6 mm che costituisce una forte strozzatura.

Per determinare empiricamente la perdita di carico o caduta di pressione sul circuito di mandata di una pompa, completo di naspo e tubo per disostruzioni, si mette in funzione a regime la pompa stessa, si svolge il tubo senza alcun tipo di ugello in testa e si legge la pressione indicata dal manometro sulla mandata (sarà un valore basso), il valore letto indica la pressione necessaria per spingere l'acqua nell'impianto e quindi la perdita di carico che lo stesso determina, un impianto è tanto migliore quanto minori sono le perdite di carico.

Tutto il **circuito di mandata** determina una perdita di carico quando è percorso da acqua in pressione, la perdita di carico si legge come caduta di pressione.

E' bene tener presente che il circuito di mandata è costituito da una prima parte fissa ed invariabile che costituisce l'impianto sull'allestimento dalla testata della pompa fino al raccordo del naspo avvolgitubo, cui si andranno a raccordare i tubi flessibili in gomma, e da una parte variabile costituita dal tubo flessibile stesso che può essere di varia lunghezza, avvolto in spire sul naspo o disteso, di diametro differente (1" - $\frac{3}{4}$ " - ecc.). Una volta per tutte è bene determinare le perdite di carico o caduta di pressione sulla parte fissa del circuito di mandata: manometro sulla mandata della pompa e tubo più corto possibile, di piccolo diametro collegato al raccordo del naspo per convogliare lo scarico dell'acqua. La pressione indicata dal manometro è la perdita di carico o caduta di pressione determinata dall'impianto fisso ed è una caratteristica dell'allestimento. Quindi si avvolge il tubo flessibile prescelto sul naspo senza ugello all'estremità e si mette in funzione la pompa a regime: la pressione indicata dal manometro indica la perdita di carico o caduta di pressione determinata dall'intero circuito di mandata con tubo flessibile avvolto sul naspo. Facendo le misurazioni empiriche in successione ci si accorge che la caduta di pressione di un circuito con tubo avvolto è superiore della caduta di pressione dello stesso impianto però con il tubo srotolato, quindi si deve introdurre e considerare un ulteriore elemento che determina le perdite di carico o cadute di pressione che è determinato dall'arrotolamento del tubo. Si può osservare come la perdita di carico su un impianto completo di tubo flessibile si riduce mano a mano che il tubo viene srotolato e raddrizzato. Per tutte le considerazioni precedenti si afferma che se l'ugello applicato all'estremità del tubo flessibile è stato scelto in funzione della perdita di pressione misurata sull'intero impianto di mandata con tubo avvolto sul naspo, si noterà un calo della pressione sul manometro mentre l'ugello scorre nella condotta da pulire.

N.B.: non lasciare mai l'ugello attaccato al tubo flessibile altrimenti il tubo, trascinato dall'ugello, scorre sempre poggiandosi sul fondo della condotta con lo stesso lato, logorandosi irregolarmente ed in breve tempo. Esaminando gli ugelli, diciamo che la pressione interna al circuito di mandata spinge l'acqua attraverso i fori degli ugelli, che ne fuoriesce ad alta velocità costituendo un getto. La forma del foro, meglio se praticato su inserto smontabile dall'ugello, determina l'efficienza della conversione da pressione a velocità; tale efficienza può variare dal 35% all'80%. Un elemento caratteristico dei fori è il Cd (coefficient of discharge = coefficiente

di efflusso) che indica la facilità con cui l'acqua passa attraverso il foro: $C_d = 0.6$ è un valore normale, $C_d = 0.9$ è migliore del 50% rispetto a 0.6. Ugelli UHV (Ultra High Velocity) hanno $C_d = 0.9$. Gli ugelli UHV producono un forte aumento della velocità dell'acqua e quindi forniscono getti di alta potenza che è proporzionale alla velocità, come vedremo in una delle formule seguenti; a parità di altre condizioni un ugello con $C_d = 0.9$ raddoppia la potenza di lavoro rispetto ad un ugello con $C_d = 0.6$. Queste considerazioni indicano quanto sia importante la conformazione dei fori.

ALCUNE FORMULE DI CALCOLO

Velocità (v) del getto, si misura in m/sec, si calcola con la formula:

$$v = 14,167 \times C_d \times \text{RadiceQuadrata di } p$$

con p = pressione in bar;

Forza del getto, si misura in newton, si calcola con la formula:

$$f = Q \times v : 60$$

con Q = portata in litri/m e v = velocità in m/sec;

Potenza del getto, si misura in HP o KW, si calcola con la formula:

$$P_g = v \times f : E$$

con v in m/sec, f in newton, $E = 1500$ per P_g in HP, oppure $E = 2000$ per P_g in KW.

Un getto d'acqua non ha pressione ma è caratterizzato da altri due importanti parametri che sono la velocità v e la forza f determinate ed espresse con le unità di misura come esposto nelle formule precedenti. Si sfrutta maggiormente la velocità quando si vuole penetrare, spaccare o tagliare una sostanza ed i relativi valori possono variare da 120 a 350 m/sec; si sfrutta invece maggiormente la forza quando l'ugello deve avanzare nelle condotte e spingere indietro i detriti, in questo caso i valori relativi variano da 100 a 600 newton.

In presenza di materiali depositati bisogna valutarne la natura per stabilire se la caratteristica più importante del getto deve essere la forza o la velocità. Si può affermare che con depositi molto duri ma fragili, come cemento o calcare o carbone da combustione, bisogna utilizzare ugelli che sfruttano maggiormente la velocità, l'impatto dell'acqua sul deposito lo scompone in scaglie e polvere e lo rimuove. Per le formule precedenti si evidenzia che per avere alta velocità bisogna avere alti valori di pressione (sotto radice quadrata) ed alti valori di C_d ; data una certa pompa ed un certo impianto fisso dell'allestimento, si devono adottare le misure per ridurre al massimo le perdite di carico, quindi si adotterà il tubo flessibile più corto possibile per la necessità operativa ed il diametro del suo foro più grande possibile senza strozzature sui raccordi; se necessario selezionare un ugello con basso numero di fori in modo da ridurre la portata e quindi da contenere la perdita di pressione. In presenza invece di depositi duri e flessibili, che si piegano prima di rompersi, come materiali plastici, bisogna utilizzare ugelli che sfruttano maggiormente la forza con bassi valori della velocità. In effetti, con riferimento alla formula della forza, si potrebbero ottenere altissimi valori della forza del getto sfruttando contemporaneamente alti valori della velocità ed alti valori della portata, purtroppo non è possibile sfruttare entrambe le caratteristiche perché la pompa è data; infatti se aumenta la portata in uscita si riduce la velocità, che a sua volta determina una caduta di pressione. Con materiali duri e flessibili si dovrà sfruttare dunque la forza ottenibile con ugelli con alta portata, bisognerà poi cercare un compromesso in modo da evitare che la caduta di pressione non superi il 30% della pressione sulla mandata della pompa, bene sarebbe contenere la caduta di pressione tra il 10% ed il 15%.

La formula seguente consente di determinare la potenza assorbita dalla pompa in fase di lavoro espressa in KW o HP:

$$P_p = Q \times p : E$$

con Q = portata in litri /!' in condizioni di lavoro con ugello collegato al tubo flessibile

P = pressione in bar, $E = 600$ per esprimere la potenza in KW oppure $E = 450$ per erimere la potenza in HP

IMPORTANTE

Gli ugelli vengono classificati con sigle composte da lettere e numeri con precisi significati, che spieghiamo di seguito:

UGELLO MODELLO 4RM3 - N46,

il primo numero (4) indica il diametro, le lettere al secondo e terzo posto (RM) indicano

l'angolazione e la configurazione dei getti, il numero al quarto posto (3) indica il numero di

getti radiali, la sigla dopo il trattino (N46) indica il rapporto di efflusso degli ugelli

Quando alla sigla sopra riportata viene anteposta la lettera U, si tratta di ugelli UHV, cioè ad alta velocità (ultra high velocity) con coefficiente di efflusso pari a 0.9: U8SO6 - N66

Formulari e dichiarazione rifiuti: un semplice software per risolvere tutti i problemi

"ECO DI@RY" è un applicativo nato per dare la possibilità di gestire in modo ottimale, semplice e razionale, la modulistica di quelle aziende che producono, trasportano, smaltiscono e trattano rifiuti (pericolosi e non pericolosi). Il programma è stato elaborato secondo le direttive del

decreto Ronchi che regola la materia e vanta più di 4 anni di utilizzo in diverse aziende, pubbliche e private, che necessitano di una gestione oculata dei dati relativi alla propria realtà.

Ottimo l'uso delle seguenti procedure:

- la compilazione della modulistica per il trasporto dei rifiuti (i formulari o Documenti Di Trasporto);
- la gestione dei registri di carico-scarico e di intermediazione dei rifiuti pericolosi e non pericolosi;
- l'elaborazione delle fatture e delle note di accredito correlate alla gestione stessa dei rifiuti;
- l'estrapolazione dei dati statistici e in particolare delle somme adeguate alla elaborazione della dichiarazione M.U.D.

Il pacchetto consente la gestione di più società, caratteristica utile a quegli studi che provvedono alla cura dei registri di ditte terze.

Come si nota dalle figure a lato, punto forte dell'applicazione è la facile interfaccia per la compilazione di formulari, dei movimenti di carico-scarico e dei registri, oltre al buon grado di interazione tra l'utilizzatore e la procedura stessa.

Il lavoro è semplificato dall'utilizzo di tabelle di supporto: per la compilazione dei registri di carico-scarico è sufficiente richiamare le voci già usate.

La consultazione degli archivi risulta facile e veloce, grazie ad una diversificata modalità di accesso alle informazioni.

Il programma permette inoltre di effettuare una serie completa di verifiche sui dati inseriti proponendo estrazioni, calcoli parziali e controlli incrociati sulla correttezza delle informazioni archiviate.

L'elaborazione di statistiche è determinante per quelle aziende che hanno una grossa mole di dati inseriti. È possibile ottenere elaborati ed elenchi sia per rifiuto che per anagrafica. Anche la gestione di stampa dei formulari e dei registri è ben curata e semplice potendo specificare con estrema chiarezza tutte le informazioni necessarie per avere in forma cartacea l'insieme dei dati che compilano un formulario o di un registro.