

Sistemi di motion durevoli e facili da pulire per Food Processing e Food Packaging

Come è possibile soddisfare le esigenze di sicurezza pubblica e rispettare i requisiti normativi, fornendo al contempo una macchina ad alte prestazioni ed economicamente vantaggiosa? Scopri come progettare le attrezzature per una pulizia più semplice e una maggiore durata per aumentare la produttività della lavorazione e del confezionamento degli alimenti.

Assicurare la sicurezza delle forniture alimentari rappresenta una sfida importante per il settore della lavorazione e del confezionamento degli alimenti. I produttori di alimenti hanno bisogno di attrezzature affidabili che possano essere utilizzate in conformità con le normative e gli standard federali in continua evoluzione, rimanendo competitivi in un mercato sempre più esigente.

I componenti delle macchine, come la strumentazione, i controlli del motion, i motori elettrici e le trasmissioni, sono importanti per la sicurezza alimentare in quanto svolgono centinaia di attività critiche in aree a contatto diretto. Sebbene questi componenti siano generalmente sviluppati per fornire le massime prestazioni in un pacchetto compatto ed economico, una maggiore durata o la facilità di pulizia non sono sempre state considerate parti integranti del progetto.

Le normative più severe in materia di sicurezza alimentare e la necessità di aumentare l'efficacia complessiva delle operazioni di lavorazione e confezionamento degli alimenti hanno cambiato tutto questo.

Questo white paper analizza i limiti spesso riscontrati nella progettazione di componenti di macchine per la lavorazione e il confezionamento degli alimenti e propone soluzioni alternative più robuste. Ci concentreremo sulla strumentazione, sul controllo del motion, sui progetti di motori elettrici, trasmissioni e attuatori, ma la discussione si applica anche ai sensori e alla strumentazione HMI utilizzati nelle macchine che operano in ambienti di washdown.

Approfondimenti sul settore

Kollmorgen si è impegnata a comprendere le sfide uniche della lavorazione e del confezionamento degli alimenti e come il settore possa affrontarle al meglio.

I produttori continuano ad avere difficoltà a reperire i componenti e a fornire macchine che soddisfino le esigenze uniche di questo mercato. I prodotti di motion standard sono stati segnalati come non resistenti agli ambienti di washdown, difficili da pulire e contenenti materiali, come vernici tossiche e rivestimenti per cavi, incompatibili con l'uso nella zona dei prodotti alimentari.

I prodotti etichettati come idonei per uso alimentare sono risultati leggermente migliori. La vernice era atossica e i motori avevano un grado di protezione dalle infiltrazioni più elevato, ma erano ancora difficili da pulire e non erano significativamente più affidabili dei motori standard.

Il passaggio ai motori in acciaio inossidabile o ai motori adatti al washdown aumentava i costi iniziali; inoltre, queste alternative erano più grandi e più pesanti delle attrezzature standard, spesso avevano limitazioni significative sulle modalità di washdown e spesso non funzionavano in ambienti di washdown anche quando si rispettavano le difficili procedure di pulizia specifiche.

Un'altra scoperta interessante è stata che le file di motori e trasmissioni non funzionanti spesso rimangono ferme sugli scaffali per le riparazioni, rappresentando costi elevati di materiali e riparazioni, e ancor più elevati in termini di tempo di produzione perso.

La nostra conclusione è stata chiara: l'industria della lavorazione e del confezionamento alimentare può ottenere un valore significativo dallo sviluppo di controlli di motion, motori elettrici e trasmissioni di alta qualità, caratterizzati da un design igienico e duraturo che può essere facilmente pulito senza limitazioni o danni.

L'effetto dell'evoluzione delle normative sulla sicurezza alimentare e dei requisiti sanitari sulla progettazione di macchine e attrezzature

Indubbiamente, produrre in modo efficiente prodotti alimentari ad alti livelli sanitari è la priorità numero uno delle aziende di lavorazione e confezionamento degli alimenti. L'integrità e l'impegno per la responsabilità sociale sono i fattori principali per la sicurezza alimentare, ma i produttori devono anche ridurre al minimo il rischio di cattiva pubblicità e di incorrere in nuove e più severe normative governative.

Gli standard per i livelli accettabili di agenti patogeni continuano a cambiare. Un esempio è dato dall'evoluzione dell'approccio alla prevenzione della contaminazione da *Listeria monocytogenes* negli alimenti pronti al consumo. Sebbene in questi settori siano sempre esistiti standard elevati, i requisiti di pulizia delle macchine continuano a cambiare.

In occasione di un workshop dell'American Meat Institute (AMI) intitolato "Advanced Listeria Monocytogenes Intervention and Control Workshop", un gruppo di 75 esperti di sanificazione ha esaminato le modifiche progettuali per i criteri di pulizia apportate da un paio di produttori leader di affettatrici e termoformatrici. Il gruppo ha esaminato i progetti di macchine della generazione precedente e di quelle attuali. L'esame si è concentrato sulle superfici a contatto con il prodotto e sulle aree adiacenti non a contatto, con

particolare attenzione all'eliminazione di nicchie e angoli ciechi che non potevano essere puliti correttamente e ispezionati.

Sulle macchine più recenti, le attrezzature sensibili come la strumentazione e i motori che erano stati protetti da involucri/protezioni - creando potenziali angoli ciechi - sono stati spostati all'aperto, dove potevano essere puliti durante la normale procedura di sanificazione. La seconda sessione si è conclusa con una dimostrazione di pulizia a immersione nel vapore, in cui l'intera macchina è stata coperta con una tenda di plastica e immersa nel vapore. Il controllo relativo alla pulizia delle macchine e ai nuovi metodi di sanificazione continuerà ad aumentare in futuro.¹

Queste attività si stanno espandendo al di fuori dell'ambiente di produzione di prodotti pronti. Un esempio di maggiore controllo è rappresentato dalle linee guida dell'USDA per il controllo dei livelli di *Campylobacter* e *Salmonella* nel pollame fresco. Pubblicata nel giugno 2021, la linea guida aggiorna lo standard del 2015 che cercava di ridurre in modo significativo i livelli di questi agenti patogeni, con le richieste dei gruppi di consumatori di portare a zero i livelli accettabili.

Secondo la linea guida, il Food Safety Inspection Service "ha stabilito che la contaminazione delle carcasse e delle parti di pollame da parte di materiale fecale e di agenti patogeni enterici (compreso il *Campylobacter*) è un pericolo che è ragionevolmente probabile che si verifichi (RLTO) negli stabilimenti di macellazione del pollame, a meno che non venga affrontato in un SOP di sanificazione o in un altro programma preliminare. Per questo motivo, se uno stabilimento si basa sul proprio SOP di sanificazione o su un altro programma di prerequisiti per affrontare i patogeni enterici, il sistema HACCP [hazard analysis critical control point, punto di controllo critico di analisi dei rischi] dello stabilimento deve identificare i motivi per cui tale SOP di sanificazione o altro programma di prerequisiti fa sì che non vi sia una ragionevole probabilità che si verifichino i patogeni enterici."²

Mentre le superfici a contatto con il prodotto vengono pulite in modo aggressivo nelle strutture di pollame fresco, molte volte le superfici non a contatto e le aree

Maggiore consapevolezza

Gli esperti di sicurezza e sanificazione degli alimenti sono sempre più coinvolti nel processo decisionale di acquisto delle macchine, insieme al personale di ingegneria, di gestione, di manutenzione e di acquisto. In passato, questo livello di controllo non avveniva fino all'arrivo della macchina in loco, se non addirittura in un momento successivo. Ora, grazie a questo processo decisionale collaborativo, le esigenze di sicurezza alimentare e di sanificazione vengono affrontate prima dell'acquisto, in modo che i requisiti igienici possano essere soddisfatti in modo affidabile per evitare la necessità di modifiche significative e ridurre al minimo il rischio di guasti alle macchine.

adiacenti non vengono considerate. In un'epidemia di *Salmonella* particolarmente grave, che ha causato la malattia di oltre 634 persone e il ricovero in ospedale del 34%,³ l'USDA ha identificato le cause principali nel materiale fecale presente sulle carcasse, nelle pratiche igieniche inadeguate, nelle superfici insalubri a contatto con gli alimenti, nelle superfici insalubri non a contatto con gli alimenti e nella contaminazione diretta dei prodotti.

Da allora, la resistenza ai farmaci antimicrobici nella *Salmonella* e in altri patogeni è diventata un problema importante e crescente, rendendo ancora più cruciale la prevenzione attraverso le pratiche igieniche in fabbrica. Il CDC stima che, solo negli Stati Uniti, 216.000 infezioni e quasi 75 decessi all'anno sono dovuti a infezioni da *Salmonella* resistente ai farmaci.⁴ Per ridurre al minimo i livelli di agenti patogeni, i costruttori di attrezzature e le aziende di trasformazione alimentare devono aumentare la sanificazione e migliorare il controllo delle superfici non a contatto e dell'ambiente di produzione in generale.

La progettazione di macchine che soddisfino i requisiti attuali, con la flessibilità necessaria per soddisfare quelli futuri, sarà molto importante per i costruttori di macchine e i loro clienti in futuro. Le macchine di oggi e di domani devono garantire sia la pulizia igienica (facilità di ispezione e pulizia) sia la durata (capacità di resistere a metodi di pulizia in continua evoluzione). Un'attenta considerazione dei componenti acquistati per l'integrazione in queste macchine sarà fondamentale per assicurare il successo.



Grado di protezione dalle infiltrazioni e ambienti di washdown

I gradi di protezione dalle infiltrazioni sono definiti nella norma internazionale IEC 60529. Lo standard definisce la protezione fornita contro l'intrusione di oggetti solidi, polvere e acqua nelle custodie elettriche. Il grado di protezione comunemente utilizzato è costituito da IP seguito da due cifre, ad

esempio IP67. La prima cifra è la classificazione per i solidi o le polveri. Il grado di protezione dalla polvere più basso che verrà preso in considerazione in questa sede è 6, che indica un involucro completamente a tenuta di polvere. La seconda cifra rappresenta il grado di protezione contro l'infiltrazione di liquidi, come illustrato nella Figura 1.

IP seconda cifra	Protezione contro	Efficace contro
0	Non protetto	—
1	Gocciolamento	Le gocce che cadono verticalmente non devono avere effetti pericolosi.
2	Gocciolamento di acqua quando è inclinato di 15°	Il gocciolamento verticale dell'acqua non deve avere effetti dannosi quando l'involucro è inclinato di 15° rispetto alla sua posizione normale.
3	Acqua nebulizzata	L'acqua nebulizzata con un angolo massimo di 60° rispetto alla verticale non ha alcun effetto dannoso.
4	Schizzi d'acqua	Gli schizzi d'acqua contro l'involucro, provenienti da qualsiasi direzione, non devono avere alcun effetto dannoso.
5	Getti d'acqua	L'acqua gettata da un ugello (6,3 mm) contro l'involucro da qualsiasi direzione non deve avere effetti dannosi.
6	Potenti getti d'acqua	L'acqua gettata da un ugello (12,5 mm) contro l'involucro da qualsiasi direzione non deve avere effetti dannosi.
7	Immersione, fino a 1 metro	L'infiltrazione di acqua in quantità dannose non deve essere possibile quando l'involucro è immerso in acqua in condizioni definite di pressione e tempo (fino a 1 m di immersione).
8	Immersione, 1 metro o più di profondità	L'attrezzatura è adatta all'immersione continua in acqua nelle condizioni specificate dal produttore. Tuttavia, con alcuni tipi di attrezzature, può significare che l'acqua può entrare ma solo in modo da non produrre effetti dannosi.
9, 9K	Potenti getti d'acqua ad alta temperatura	Protetto contro gli spruzzi ravvicinati ad alta pressione e ad alta temperatura.

Figura 1: Tabella di classificazione IP seconda cifra: liquidi.

Nota: IP69 è definito nella norma IEC 60529, mentre IP69K è definito nello standard ISO 20653. I protocolli di test sono simili, ma non identici. Sebbene entrambe le classificazioni possano essere adatte ad ambienti di washdown, la classificazione IP69K è stata sviluppata specificamente per questo scopo ed è la più alta che un dispositivo possa avere. I dispositivi con grado di protezione IP69K dimostrano di essere protetti da 14-16 litri di acqua a 80 °C al minuto erogati con una pressione di 80-100 bar da una distanza di 10-15 cm.

I gradi di protezione IP qui elencati indicano tutti una certa protezione contro l'infiltrazione di acqua e sono utili per la scelta dei prodotti, ma non si basano su simulazioni adeguate degli ambienti di washdown che si trovano in molti impianti di produzione alimentare.

Giorno dopo giorno, le macchine in questi ambienti sono esposte a escursioni termiche estreme create dalla refrigerazione, da volumi di liquidi caldi o freddi utilizzati per la sanificazione e dal calore prodotto da attrezzature alimentate elettricamente, in particolare dai motori. Inoltre, le soluzioni detergenti caustiche o basiche vengono spruzzate sulle attrezzature e lasciate in ammollo, quindi rimosse con il lavaggio ad alta pressione.

Tutte queste condizioni possono provocare infiltrazioni che non sono riflesse dai test di classificazione IP. Inoltre, questi test vengono condotti solo per un periodo di tempo compreso fra i 2 e i 30 minuti, a seconda della classificazione IP da confermare. Poiché questi tempi e condizioni di prova non possono simulare accuratamente le reali condizioni di produzione, i costruttori di macchine devono pensare al di là delle classificazioni IP e progettare le macchine con componenti progettati per l'ambiente specifico in cui saranno utilizzate.

Considerazioni sui motori

Con i motori elettrici e il potenziale di infiltrazione di contaminanti, un paio di questioni vengono spesso trascurate o fraintese. In primo luogo, i motori elettrici, come tutti i dispositivi elettrici, creano calore. Durante il funzionamento, la temperatura del motore aumenta; poi, quando viene spento, la temperatura diminuisce. Questo ciclo di temperatura fa sì che il piccolo volume d'aria all'interno del telaio del motore si espanda e si contraiga.

Quando l'aria si raffredda all'interno del motore, si contrae, causando un differenziale di pressione che può trascinare aria e altri fluidi attraverso le guarnizioni. Ciò provoca l'usura nel tempo e aumenta la probabilità che l'umidità e le soluzioni detergenti entrino nel motore, soprattutto quando si raffredda.

Sebbene possa sembrare logico sigillare completamente qualsiasi dispositivo utilizzato in un ambiente di washdown, è impossibile ottenere una tenuta impenetrabile poiché l'albero motore deve girare. Senza un metodo per equalizzare la pressione interna con l'atmosfera esterna, le guarnizioni più strette non fanno che aumentare il differenziale di pressione.



Figura 2: Il servomotore AKMH di Kollmorgen ha una classificazione di protezione IP69K e può sopportare washdown quotidiani ad alta pressione.

Quando un motore caldo si raffredda, la pressione interna può scendere a 0,38 bar (5,5 psi) rispetto alla pressione atmosferica tipica di 1 bar (14,5 psi) a livello del mare. Questo differenziale inevitabilmente trascina l'aria e i contaminanti oltre le guarnizioni più strette, causando un'usura che alla fine porterà a problemi di infiltrazioni ancora più gravi.

L'umidità e le sostanze chimiche presenti all'interno del motore causano il malfunzionamento dei cuscinetti, dell'isolamento degli avvolgimenti o del dispositivo di feedback. Per massimizzare la durata dei dispositivi elettrici utilizzati negli ambienti di washdown, evitando frequenti sostituzioni e costosi tempi di inattività, è necessario un metodo per annullare questo ciclo di usura e contaminazione causato dalla pressione.

Kollmorgen ha sviluppato un sistema di connettori e cavi ventilati per risolvere questo problema, equalizzando la pressione attraverso un piccolo tubo di sfiato che va dal motore, all'interno del cavo di alimentazione/ibrido, fino al quadro elettrico. Con questo sistema, i cicli di temperatura non hanno alcun effetto sulla pressione interna del motore, che rimane sempre uguale alla pressione atmosferica esterna.

Un secondo aspetto da considerare è il cablaggio utilizzato nell'ambiente di washdown. Il cavo deve essere in grado di resistere alla gamma di pH delle soluzioni detergenti utilizzate. La guaina del cavo deve essere scelta per resistere agli spruzzi di pressione diretta. Infine, i connettori dei cavi devono essere progettati per resistere alle stesse sostanze chimiche e allo stesso ambiente.

Le principali modalità di guasto dei servomotori utilizzati in ambienti di washdown sono l'infiltrazione di umidità e di soluzioni detergenti nel motore e il degrado e il guasto di cavi e connettori. La scelta accurata di questi componenti è importante per massimizzare la durata complessiva delle macchine.

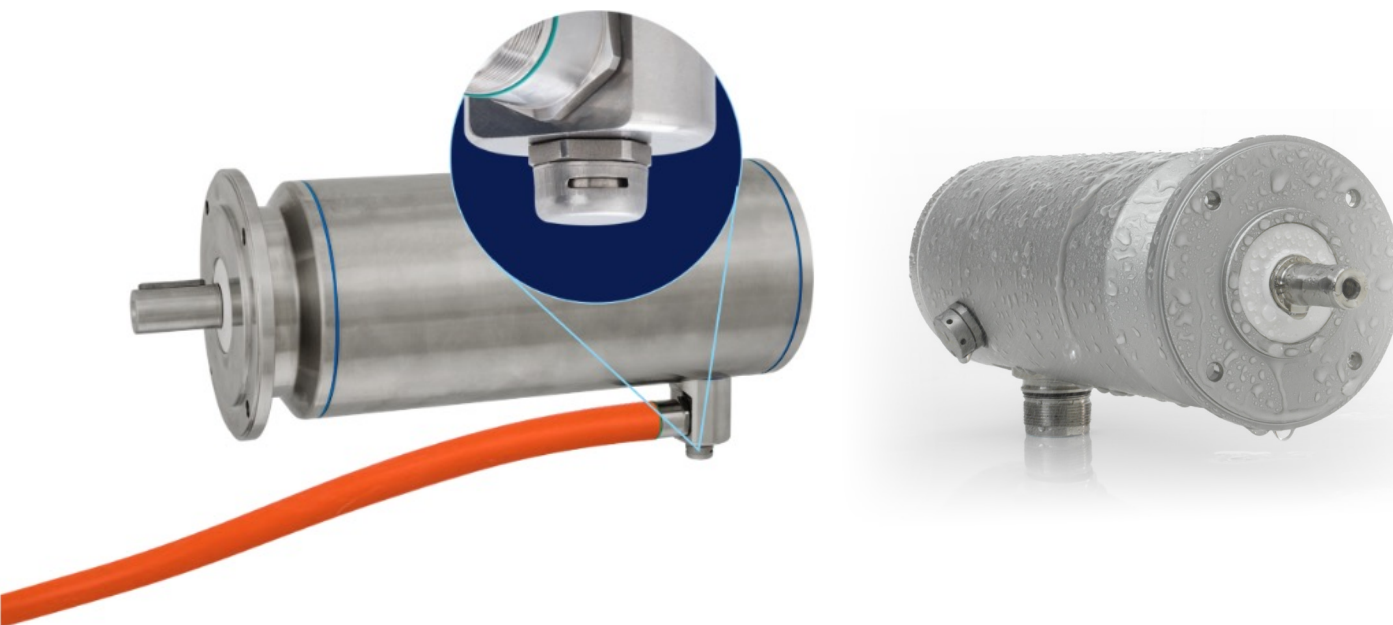


Figure 3: Servomotori AKMA e AKMH con capacità di washdown IP69K

Coperture permanenti e temporanee e loro svantaggi

Una soluzione comune ai problemi di durata riscontrati nell'utilizzo di servomotori elettrici in ambienti di washdown è la realizzazione di protezioni/coperture permanenti in acciaio inox che proteggono i motori dalle soluzioni detergenti e dagli spruzzi d'acqua. Questo approccio presenta alcuni inconvenienti. Le coperture sono costose da produrre e aggiungono dimensioni e complessità alle macchine.

Probabilmente lo svantaggio maggiore è che la guarnizione intorno all'uscita dell'albero alla fine si degrada e crea un punto morto per la crescita di agenti patogeni, oppure le guarnizioni si guastano completamente e l'infiltrazione di umidità causa un guasto prematuro del motore. Alcuni regimi di pulizia richiedono la rimozione delle coperture e la pulizia manuale, che aumentano notevolmente i tempi di pulizia. Talvolta, contrariamente alle istruzioni, gli addetti alle pulizie rimuovono le coperture e spruzzano motori non progettati per il washdown diretto, causando spesso guasti.

Un'altra soluzione comune è quella di utilizzare coperture temporanee o sacchetti per proteggere i motori durante la sanificazione. Questo approccio presenta un paio di problemi. In primo luogo, i sacchetti o le coperture sono scomodi e richiedono molto tempo per essere installati, tanto che talvolta gli addetti alle pulizie saltano questa fase essenziale e lavano direttamente i motori, causando guasti. In secondo luogo, anche quando le coperture temporanee sono utilizzate correttamente, i motori devono essere puliti manualmente. Questo aumenta notevolmente i tempi di pulizia e i motori potrebbero non essere puliti bene se non sono inclusi nel regime regolare, il che potrebbe portare a problemi futuri.

Una soluzione migliore consiste nell'utilizzare componenti elettrici, compresi i motori, progettati per resistere senza limitazioni a un ambiente di washdown completo.

Pulizia a livello microbiologico

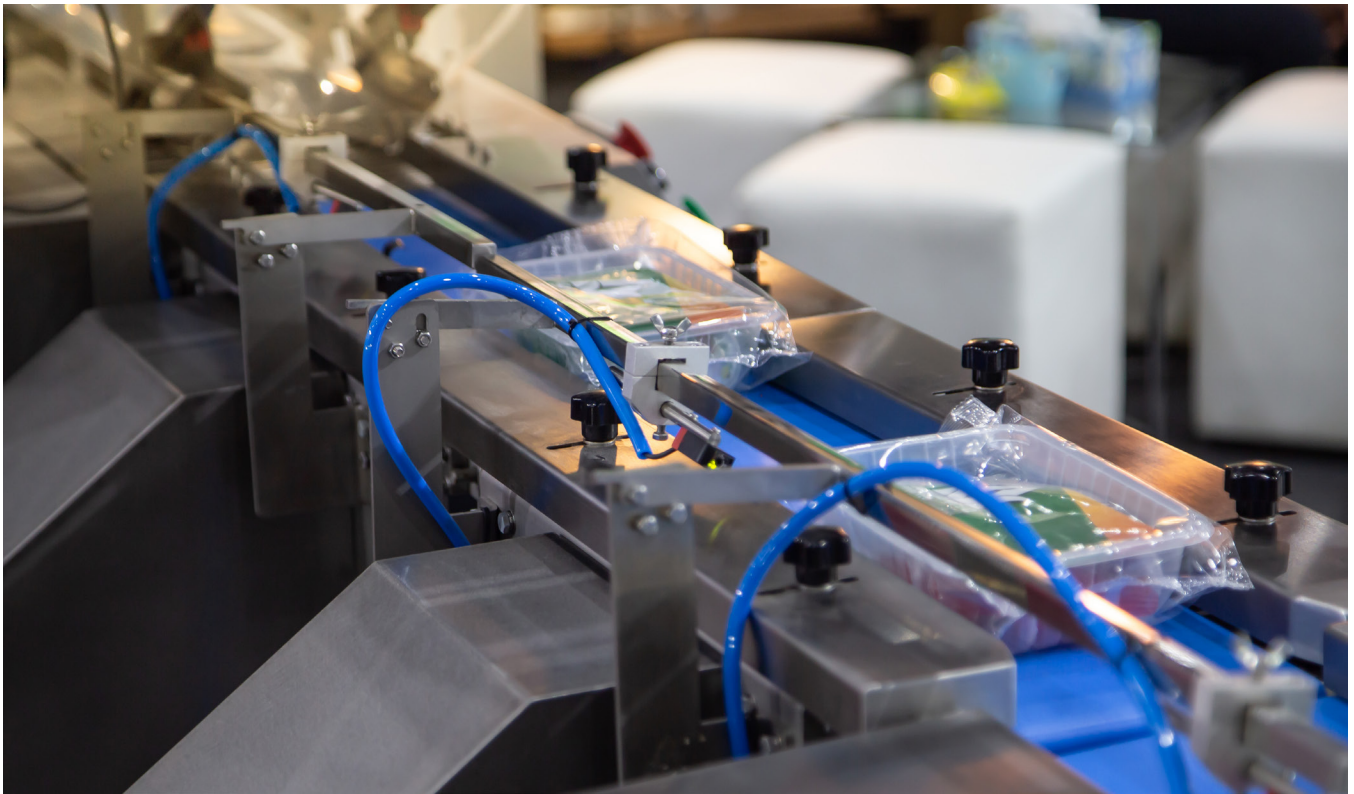
Oltre ad essere in grado di resistere agli ambienti di washdown, i componenti utilizzati nelle aree di lavorazione e confezionamento degli alimenti devono essere pulibili a livello microbiologico.

In genere, i motori elettrici e le trasmissioni standard, e persino i prodotti in acciaio inossidabile, non sono stati progettati tenendo conto di questo requisito. I motori standard sono in genere verniciati, ma queste superfici non possono essere pulite a livello microbiologico perché la finitura è troppo ruvida e la vernice stessa impedisce la pulizia. Spesso i dissipatori di calore sono incorporati per migliorare la funzionalità, ma le alette dei dissipatori rendono difficile l'ispezione e la pulizia. Altre aree

problematiche, difficili da pulire e che possono ospitare agenti patogeni, sono gli elementi di fissaggio, le superfici ruvide, le giunture metallo-metallo, le aree delle targhette e le superfici piane che consentono il ristagno di liquidi.

Tuttavia, sono disponibili prodotti che soddisfano e superano le linee guida per la progettazione di macchine igieniche e che meritano di essere presi in considerazione per ragioni di efficienza di pulizia e sicurezza alimentare. La scelta di un motore, o di una trasmissione, che possa essere pulito correttamente è importante quanto il corretto dimensionamento dell'attrezzatura.





Scegliere scrupolosamente i componenti del motion

I controlli di motion, i motori elettrici e le trasmissioni sono parte integrante dello sviluppo di macchine altamente efficaci ed efficienti nell'industria alimentare e del confezionamento. In passato, la scelta dei componenti elettrici da utilizzare in ambienti di washdown è stata limitata e ha portato all'utilizzo di componenti difficili da pulire e soggetti a guasti prematuri.

Produttori come Kollmorgen hanno sviluppato componenti di alta qualità progettati appositamente per resistere a questi ambienti difficili (i motori migliori per l'impiego in ambienti di produzione e confezionamento di alimenti sono illustrati nella Figura 4). I costruttori di macchine devono cercare la più recente selezione di componenti igienici di alta qualità da incorporare nei loro progetti. I produttori di alimenti e di imballaggi dovrebbero fare di questi componenti un requisito per l'acquisto di macchine.

È in gioco la sicurezza e la qualità dei prodotti alimentari. Ma non è tutto. Visti i costi della pulizia delle attrezzature e i costi estremi dei tempi di inattività dovuti a guasti, i produttori dovrebbero essere fortemente motivati a garantire che le loro macchine siano quanto più possibile facili da pulire e altamente affidabili. I componenti progettati specificamente per soddisfare i requisiti di igiene e durata in ambienti di washdown estremi promettono di rendere più produttive e redditizie le operazioni di lavorazione e confezionamento degli alimenti.

Kollmorgen offre un'ampia gamma di motori, cavi e altri prodotti per il motion che soddisfano questi requisiti e vanta una vasta esperienza di lavoro con gli OEM di macchine per alimenti e bevande per progettare in collaborazione soluzioni motion ottimali.



	AKMA	AKMH
		
Materiale dell'albero	Acciaio inox 1.4404/316 + arricchito di ossido di cromo	
Materiale dell'hardware	Nessun hardware esterno	Nessun hardware esterno
Targhetta di identificazione	Incisione laser sul coperchio posteriore	Incisione laser
Materiale della struttura del telaio e del rivestimento	Telaio rotondo in alluminio 6082 anodizzato; grigio satinato	Telaio rotondo, acciaio inossidabile 1.4404/316; rugosità superficiale < 0,8 µm secondo il requisito EHEDG
Tipo di montaggio	Flangia	Flangia
Protezione ingresso (IP)	IP69K (statico)	IP69K (statico)
Guarnizione albero	Guarnizione dell'albero in PTFE per uso alimentare IP69K	Guarnizione dell'albero in PTFE per uso alimentare IP69K
Connettori tipici	Connettori Hummel IP69K SS montati sul motore	Cavo motore integrato IP69K; connettori Hummel opzionali IP69K SS montati sul motore
Esempi di applicazione	<ul style="list-style-type: none"> • Alimenti e bevande, imballaggio: taglio, confezionamento e riempimento in cui è possibile il contatto con gli alimenti, oppure motore posizionato lateralmente o al di sotto dell'alimento • Possibili luoghi difficili, ad es. stazioni radar, turbine eoliche, installazioni offshore, soprattutto quando la leggerezza è fondamentale • Altro: laboratori farmaceutici e medici 	<ul style="list-style-type: none"> • Alimenti e bevande, imballaggio: taglio, confezionamento e riempimento in cui è possibile il contatto con gli alimenti, oppure motore posizionato lateralmente o sotto le macchine alimentari che utilizza esclusivamente componenti inossidabili • Macchine che richiedono la conformità alle norme BISSC, NSF, USDA, FDA e/o agli standard di progettazione EHEDG

Figura 4: I migliori motori da utilizzare negli ambienti di lavorazione e confezionamento degli alimenti - contattare Kollmorgen per maggiori dettagli.

Desideri saperne di più?

[Contattare Kollmorgen](#) per discutere le proprie esigenze e i propri obiettivi con un esperto, per le applicazioni servoassistite.

Le specifiche sono soggette a variazioni senza preavviso. È responsabilità dell'utente determinare l'idoneità di questo prodotto per un'applicazione specifica. Tutti i marchi registrati sono di proprietà dei rispettivi titolari.

1. Sutton, W., Note tratte dal seminario avanzato su intervento e controllo della *Listeria Monocytogenes* tenutosi alla riunione dell'American Meat Institute, Kansas City, Missouri, ottobre 2014.
2. USDA, FSIS Guideline for Controlling *Campylobacter* in Raw Poultry, giugno 2021.
3. CDC, "Multistate Outbreak of Multidrug-Resistant *Salmonella* Heidelberg Infections Linked to Foster Farms Brand Chicken (Final Update)," 31 luglio 2014.
4. CDC Antibiotic/Antimicrobial Resistance (AR/AMR) 2020.

Informazioni su Kollmorgen

Kollmorgen, un marchio Regal Rexnord, vanta oltre 100 anni di esperienza nel settore del motion, comprovata da motori, azionamenti, soluzioni di controllo AGV e piattaforme di automazione dalle prestazioni tra le più elevate e affidabili del settore. Forniamo soluzioni innovative che non hanno rivali in termini di prestazioni, affidabilità e facilità di utilizzo, garantendo ai costruttori di macchine un indubbio vantaggio sul mercato.