

## ADIGE SpA - BLM GROUP

### DESCRIZIONE AZIENDA

Adige Spa è un'azienda con sede a Levico Terme (TN) e si vede parte di BLM GROUP assieme a BLM SpA e Adige-SYS Spa. BLM GROUP nasce dalla fusione di Sala SpA, filone trentino, e BLM, filone lombardo, e si propone come uno dei leader mondiali nella produzione ed esportazione di una vasta gamma di sistemi per la lavorazione di tubi, profili speciali e barre metalliche da oltre 60 anni, con una presenza capillare in tutto il mondo.

In dettaglio BLM Spa è specializzata nella produzione di macchine curvatubi a CNC, sagomatubi, unità di misura e relativi dispositivi di integrazione e automazione. Adige Spa produce sistemi di taglio laser e macchine per il taglio a disco di tubi, pieni e profilati, oltre a spazzolatrici, sistemi di misura, lavaggio e raccoglitori. Adige-SYS Spa si dedica, inoltre, alla produzione di sistemi combinati di taglio laser per tubo e lamiera, impianti per la lavorazione laser di tubi di grandi dimensioni e linee di taglio e asportazione alle estremità per tubi e barre.

### DESCRIZIONE PROBLEMA INDUSTRIALE

Il problema presentato da Adige riguarda il taglio laser di un campione in acciaio. Il processo di taglio laser si divide in due fasi, il piercing e il taglio vero e proprio del pezzo. Durante la settimana di IPSP si è studiato il processo di piercing, che consiste nell'utilizzo di un laser impulsato per realizzare il primo foro nel campione, da cui successivamente comincia il taglio con il laser continuo. Il problema, nello specifico, consiste nell'ottimizzare il processo di piercing. Durante il processo di piercing, infatti, a causa dell'alta potenza del primo impulso laser, avviene la liquefazione dell'acciaio, con la conseguente emissione esplosiva di gocce di metallo. Queste gocce da un lato possono danneggiare le ottiche della testa di taglio, dall'altro vanno a risolidificarsi a contatto con la superficie del campione, rovinando la qualità del taglio.

L'azienda richiede uno studio del processo di piercing attraverso l'analisi di video ad alta velocità del processo stesso. In particolare, si chiede di individuare un sistema in grado di analizzare i video, estraendo i parametri cruciali per la minimizzazione dell'espulsione di gocce metalliche e la conseguente ottimizzazione del processo.

### DESCRIZIONE SOLUZIONE

La qualità del processo di piercing dipende da diversi parametri di lavoro della macchina da taglio laser. Il nostro scopo era quello di individuare, tra questi parametri, quelli chiave al fine di ottimizzare il processo. Per poter individuare i parametri chiave è stato necessario studiare come questi vadano ad influenzare il risultato finale del piercing, il quale dev'essere a sua volta quantificato per mezzo di parametri misurabili. Dal momento che il processo di piercing è estremamente veloce (scala dei microsecondi) si è reso necessario l'utilizzo di una video camera ad alta velocità. Pertanto,

come primo passo si sono individuate le quantità più significative per giudicare la bontà del piercing a partire dai video ad alta velocità (quantità di materiale espulso, velocità dell'espulsione delle particelle fuse, diametro del foro). Si sono così definiti dei parametri di input al processo, ossia quelli di lavoro della macchina, e dei parametri di output estraibili dai video, quelli che quantificano la qualità del processo di piercing. Si è parallelamente sviluppato un software in grado di elaborare le immagini video e quantificare i parametri di output. Al fine di ottimizzare il software e coprire tutti i parametri di input disponibili, sono state pianificate e realizzate ulteriori misure ad alta velocità. Una volta completato il software, questo è stato utilizzato per indagare in maniera quantitativa la correlazione tra i parametri di input e quelli di output, individuandone l'importanza nel processo. Per validare ulteriormente i risultati del software, questi sono stati confrontati con misurazione svolte con un microscopio a scansione elettronica ed un microscopio ottico. L'intera indagine è poi stata affiancata da uno studio balistico del processo di espulsione delle gocce di metallo, studiando le principali forze coinvolte nella dinamica di volo.

## AREADERMA

### DESCRIZIONE AZIENDA

Areaderma è un laboratorio cosmetico fondato alla fine del 1992 a Baselga di Piné (TN), e ad oggi attivo con una sede a Pergine Valsugana (TN) nella produzione conto terzi di cosmetici e dispositivi medici di classe I e IIA. Garantita da una serie di certificazioni ISO (9001, 14001, 22716) acquisite nel corso degli anni, l'azienda si colloca nel settore come leader per la produzione di cosmetici tradizionali e biologici, detergenti e dispositivi medici.

### DESCRIZIONE PROBLEMA INDUSTRIALE

Un passaggio chiave nella produzione delle creme cosmetiche è la miscelazione delle componenti oleose con una base d'acqua, miscela che deve avvenire dopo aver pre-riscaldato entrambi i componenti ad una temperatura specifica degli oli, che di solito è di circa 80 °C.

Il processo standard di pre-riscaldamento dei materiali avviene in un contenitore a bagnomaria in una camicia d'acqua, portata a temperatura con riscaldamento resistivo. Sebbene semplice, questo processo ha gli inconvenienti di essere molto lento ed energeticamente poco efficiente, portando ad uno spreco di tempo e risorse per l'azienda.

Il problema proposto da Areaderma consiste nello studiare la fattibilità di un metodo alternativo di riscaldamento degli oli basato sulle microonde. Il riscaldamento a microonde è energeticamente favorevole e totalmente sicuro per l'acqua, ma non è noto se possa mantenere la stessa efficienza nel caso degli oli, come non sono noti eventuali effetti collaterali quali la degradazione dei composti organici oleosi o la produzione di eventuali componenti nocivi sotto l'effetto delle microonde.

L'obiettivo della squadra sarà di verificare, come prova di principio, il funzionamento del nuovo metodo, ed individuare un insieme di test fisico-chimici da effettuare sui campioni, e da integrare eventualmente in linea di produzione, per verificarne l'integrità e monitorare la sicurezza del processo.

### DESCRIZIONE SOLUZIONE

Nel corso della settimana il lavoro della squadra si è diviso due filoni:

- Misura sperimentale dei parametri del nuovo metodo di riscaldamento (temperature raggiunte, velocità, efficienza energetica);
- Verifica della stabilità dei composti riscaldati mediante test fisico-chimici.

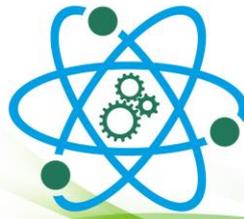
Entrambe le fasi del lavoro sperimentale sono state corredate da un supporto teorico: la prima, con simulazioni numeriche della distribuzione energetica all'interno di un forno a microonde durante il riscaldamento di un liquido generico. La seconda, con simulazioni di dinamica molecolare volte a individuare i punti deboli e gli eventuali danni subiti nel riscaldamento dalle strutture oleose più comuni.

Gli esperimenti hanno mostrato che il riscaldamento con microonde è applicabile ai composti oleosi, con delle efficienze energetiche paragonabili al riscaldamento dell'acqua e di gran lunga superiori al tradizionale riscaldamento resistivo a bagnomaria. Le simulazioni numeriche hanno tuttavia mostrato che il riscaldamento a microonde è molto meno omogeneo, evidenziando la formazione di punti a temperatura molto elevata localizzati nel liquido (hotspot) e dipendenti dalla distribuzione della microonda nella camera ovvero dalla forma del forno. Tali hotspot sono i punti in cui si può avere maggiormente il rischio di rottura delle molecole oleose e di conseguente degradazione del campione. Il metodo è stato inoltre testato su volumi di acqua ed olio relativamente modesti, dove un'implementazione industriale richiederebbe di poter gestire quantità considerevoli di materiale. Queste considerazioni hanno suggerito all'azienda che l'implementazione del metodo sarebbe fattibile nonché energeticamente favorevole, ma richiederebbe la progettazione ad-hoc di un apparato in grado di includere sia un microonde di potenza adeguata e regolabile in base ai requisiti del materiale da scaldare, sia un metodo di miscelazione efficace in modo da minimizzare le disomogeneità nel riscaldamento.

Nella seconda parte della settimana sono stati testati diversi composti tra i più comuni utilizzati dall'azienda e messi a disposizione, con una serie di analisi volte a verificarne la stabilità a seguito del riscaldamento. È stata studiata mediante diverse tecniche spettroscopiche (FT-IR, Raman, NMR) la struttura molecolare degli olii, confrontando campioni non scaldati di riferimento con campioni riscaldati a bagnomaria e al microonde. Sono stati inoltre testati campioni scaldati su piastra fino ad alte temperature, comparabili con quelle degli hotspot, per verificare l'eventuale degradazione in condizioni estreme.

I risultati hanno mostrato che gli olii a singola molecola, ed in generale i componenti dalla struttura più semplice, non vengono degradati neanche alle temperature di hotspot e risultano quindi del tutto sicuri ed idonei al nuovo metodo. Nel caso di olii multi-componente sono state invece osservate modifiche strutturali nei campioni scaldati ad alta temperatura. Le simulazioni di dinamica molecolare, a corredo, evidenziano la rottura di alcuni legami molecolari durante il forte riscaldamento di questi composti, confermando l'occorrenza di degradazione indotta dalle microonde.

Nel complesso, lo studio ha confermato all'azienda la fattibilità e convenienza del riscaldamento a microonde, evidenziando tuttavia i suoi punti più critici. I risultati ottenuti costituiranno delle fondamentali linee guida per una eventuale implementazione del nuovo metodo all'interno della linea di produzione.



## TECNORAD

### DESCRIZIONE AZIENDA

Tecnorad fu fondata dal fisico Renato Milanese, pioniere nella dosimetria di radiazioni ionizzanti artificiali, nel 1976. La compagnia fornisce un servizio di misura dosimetrica di alta qualità ai propri clienti, consentendo di monitorare costantemente la dose assorbita dai lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti in ottemperanza alle normative vigenti. Tecnorad è tra le prime aziende a livello europeo nel campo della dosimetria: dal 2009 partecipa ogni anno al meeting EURADOS (European Radiation Dosimetry Group), ed è certificata ISO 9001:2015.

### DESCRIZIONE PROBLEMA INDUSTRIALE

La dosimetria di radiazioni ionizzanti viene effettuata tramite un film contenuto in un badge che viene indossato, durante lo svolgimento delle proprie mansioni, dal lavoratore interessato. Il film viene impressionato dalle radiazioni a cui è esposto l'individuo, e quantificando l'annerimento del film, cioè la sua densità ottica una volta sviluppato, è possibile misurare la dose ricevuta dall'utente. La misura di densità ottica è, al momento, completamente manuale, ed è effettuata con fotodensitometri non più in produzione. Pertanto, l'azienda ha chiesto al gruppo di cervelli di sviluppare un metodo per la misura della densità ottica che sia accurato, al fine di garantire gli standard di qualità della misura dosimetrica, ma anche automatizzabile, veloce ed economico al fine di un'implementazione in un contesto industriale, in cui vengono processati migliaia di film alla settimana.

### DESCRIZIONE SOLUZIONE

L'azienda ha messo a disposizione un campione di alcune centinaia di film di diversa esposizione, nonché un fotodensitometro utilizzato quotidianamente per la misura manuale della densità ottica e il prototipo di un macchinario che dovrebbe sostituire la misura manuale mediante una macchina fotografica, e che tuttavia non è in grado di fornire una misura corretta di densità ottica per esposizioni alte.

La squadra ha sviluppato una soluzione lavorando parallelamente su due fronti:

Prova di fattibilità sperimentale di un sistema di misura di densità ottica con componenti optoelettronici commerciali.

Studio di un sistema automatizzato in grado di classificare i film e posizionare correttamente l'apparato di misura della densità ottica.

Lo studio sperimentale ha mostrato che il setup ottimale per la misura di densità ottica, date le condizioni in cui questa deve essere fatta, è quello basato sulla trasmissione della luce attraverso il film: quest'ultimo è interposto tra una sorgente di luce intensa e un detector.

Il detector, un fotodiodo mantenuto in modalità fotovoltaica, risponde logicamente all'intensità luminosa incidente e pertanto fornisce una misura diretta della densità ottica. La valutazione di

diverse sorgenti di luce ha mostrato che la scelta migliore è costituita da una sorgente diffusa e ad ampio spettro. Nello specifico, i risultati migliori sono stati ottenuti con una matrice di LED bianchi.

Con le condizioni e gli strumenti descritti, ed effettuando una necessaria calibrazione, è stato possibile misurare accuratamente (con risultati compatibili con quanto misurato dai fotodensitometri esistenti) densità ottiche in tutto il range di interesse per l'azienda (da 0 a 6). In un'ottica di implementazione industriale, il posizionamento del detector è consentito da un sistema meccanico automatizzato.

Il sistema appena descritto, seppur accurato, è relativamente lento e necessita di conoscere quali regioni del film vanno misurate. Pertanto, la squadra di cervelli ha studiato la possibilità di integrare nel sistema proposto uno step preliminare in cui una macchina fotografica acquisisce una fotografia del film. La squadra ha sviluppato un software in grado, tramite tale fotografia, di classificare il film in una delle categorie tipiche, decidendo pertanto se la misura di densità ottica è necessaria (e dunque scartando, per esempio, film sovraesposti o contenenti artefatti) e, successivamente, in quali regioni tale misura vada effettuata.

E' stato mostrato come il sistema proposto dalla squadra non solo consente di ottenere una completa automatizzazione del processo di analisi dei film, ma garantisce anche una elevata accuratezza nella quantificazione della dose e una maggiore ripetibilità e immunità ad errori rispetto alla misura manuale.