

Qualifica dei processi operati da fornitori di trattamenti termici: esperienze nel campo delle macchine automatiche

A. Sala, E. Costa

MEMORIE

Le aziende costruttrici di macchine automatiche per imballaggio e confezionamento rappresentano un'importante realtà industriale nel nostro Paese, e occupano una posizione di leadership pressoché indiscussa a livello mondiale. Le peculiarità del prodotto, da adattare continuamente alle esigenze del committente, impongono elevati contenuti tecnologici e alti livelli di flessibilità costruttiva, da associare a volumi di fabbricazione comunque bassi, se pensati nell'ottica di una produzione in serie.

Da ciò derivano diverse conseguenze per quanto riguarda l'acquisizione di trattamenti termici:

- 1. in primo luogo, per rispondere alle richieste di aumento delle prestazioni da parte del mercato, è necessario sperimentare continuamente le innovazioni tecnologiche di processo, in grado di migliorare la resistenza ai fenomeni di decadimento della prestazione (fatica, usura, corrosione), senza potere congelare l'esperienza costruttiva su alcune, ben delimitate, tecnologie*
 - 2. in secondo luogo, l'esiguità della produzione comporta diverse difficoltà di gestione del rapporto con i fornitori di trattamenti termici, alle prese con la necessità di combinare le richieste specifiche di trattamento dei committenti con la possibilità di saturare la capacità produttiva degli impianti*
- Gli Autori presentano un'esperienza di qualifica dei fornitori di trattamenti termici condotta da una media azienda, leader nella costruzione di macchine per i settori alimentari e farmaceutici, gestita secondo i criteri definiti dalle norme ISO 9000. Le risultanze permettono di trarre alcune considerazioni sull'applicabilità degli schemi proposti dalle norme ISO 9000 al campo dei trattamenti termici.*

INTRODUZIONE

La produzione di macchine automatiche per l'imballaggio e il confezionamento rappresenta una delle filiere più importanti dell'Industria elettromeccanica nazionale.

I produttori nazionali occupano una posizione di assoluta leadership sul mercato mondiale. Ciò è dovuto, fra gli altri, a tre fattori:

- il consolidato know-how progettuale, in grado di fornire risposte adeguate alle crescenti esigenze dell'utenza;
- i servizi di assistenza e manutenzione, assai funzionali ed efficienti;
- il notevole livello di flessibilità produttiva, capace di assicurare risposte ai picchi di domanda, grazie alla costituzione di un ampio sistema decentrato di forniture, al quale vengono sempre più spesso commissionati la realizzazione e l'assemblaggio di gruppi.

La variabilità delle caratteristiche del prodotto trattato e confezionato con macchine automatiche rende spesso impossibile spingere a fondo il processo di standardizzazione degli impianti realizzati; a ciò si aggiungono inoltre le diverse esigenze di funzionalità e di lay-out degli utenti, che devono essere necessariamente adeguate in funzione delle diverse disposizioni legislative esistenti nei vari Paesi di esportazione, e delle condizioni logistiche presenti presso l'utilizzatore. Ne consegue che ogni macchina, o per meglio

dire ogni impianto, rappresenta spesso una sorta di "unicum" per l'azienda costruttrice, con significativi incrementi della variabilità dei cicli di fabbricazione.

La necessità di mantenere competitive le macchine realizzate dal punto di vista prestazionale, in termini di capacità produttiva e di affidabilità nel tempo, determina inoltre un significativo slancio verso l'introduzione di tecnologie sofisticate e di materiali innovativi, che coinvolge numerosi fornitori specializzati, ai quali viene in parte demandato il compito di ottimizzare i processi di fabbricazione dei particolari critici, in funzione delle condizioni attese di esercizio.

L'elevata attitudine alla personalizzazione e al miglioramento prestazionale delle macchine genera positive risposte da parte del mercato, anche se a costi non trascurabili: la necessità di operare su volumi di produzione modesti, tipicamente dell'ordine di alcune decine/centinaia di pezzi l'anno, non consente di impiegare impianti dedicati per la fabbricazione dei componenti di maggiore criticità. Ciò è particolarmente sentito nel campo dei processi speciali; da un lato si ha a che fare con processi a know-how diffuso, con concorrenza agguerrita e bassi prezzi, dall'altro l'elevato impatto ambientale degli impianti di trattamento termico e superficiale richiede investimenti non trascurabili per il rispetto dei limiti di legge. Da qui nasce l'esigenza dei fornitori di processi speciali di saturare la capacità produttiva degli impianti a disposizione, che spesso induce ad abbinare i cicli per la componentistica per le macchine automatiche a quelli di altri prodotti, con caratteristiche più o meno similari, ricercando un compromesso per le condizioni operative di processo, che può portare a una riduzione della costanza qualitativa dei pezzi prodotti, destinata a ripercuotersi negativamente sulla durabilità delle macchine in servizio [1]. Da questo punto di

A. Sala, IMA SpA, Ozzano Emilia (BO)
E. Costa, CERMET S. Cons. r. l., San Lazzaro di Savena (BO)

Memoria presentata al 17° Convegno Nazionale Trattamenti Termici organizzato da AIM, Salsomaggiore 5-7 maggio 1999

5/2000

vista, un'efficace gestione dei trattamenti termici diventa perciò un fattore nevralgico per garantire l'affidabilità della macchina costruita.

Considerando il tipico equipaggiamento di una macchina automatica per imballaggio e confezionamento, si può osservare che, accanto ai trattamenti massivi e di indurimento superficiale, cresce la domanda di tecnologie più avanzate (es. rivestimenti PVD), e di materiali sofisticati, che necessitano di opportuni cicli di trattamento per conseguire le caratteristiche ingegneristiche desiderate (es. acciai per utensili e indurenti per precipitazione, leghe leggere alto-resistenziali). Tutto ciò richiede all'azienda costruttrice di dialogare intensamente con i propri fornitori di trattamenti termici, per sensibilizzarli sulle criticità di funzionamento dei vari componenti da realizzare, e per concordare i requisiti tecnici necessari per garantirne un soddisfacente comportamento in servizio.

In ultimo, l'estensiva introduzione dei principi organizzativi ispirati alle norme della serie ISO 9000 ha sollevato l'esigenza di accertare in sede preventiva la capacità tecnica dei fornitori, oltre a quella gestionale, per garantire un adeguato presidio dei fattori di influenza sul ciclo di fabbricazione, in particolare per ciò che concerne i processi speciali. Grazie alla disponibilità di un sistema articolato di norme di riferimento, la qualificazione dei fornitori è ormai un fatto associato nel campo dei procedimenti di saldatura, mentre tale attività è ancora relativamente rara nel campo dei trattamenti termici e delle finiture galvaniche, che mancano di un equivalente apparato normativo di supporto.

Tutto ciò, in abbinamento alle peculiari caratteristiche organizzative della filiera produttiva delle macchine automatiche, rappresenta un serio ostacolo per l'avvio di azioni di qualificazione dei fornitori di trattamenti termici. In realtà, la conoscenza del prodotto e la collaborazione con le aziende fornitrici possono fornire utili spunti per dare vita ad iniziative in grado di ovviare, almeno parzialmente, a tale stato di cose.

Nel seguito viene presentata l'esperienza condotta da una media azienda, leader mondiale nella costruzione di macchine automatiche per l'imballaggio e confezionamento di prodotti alimentari e farmaceutici, con sistema qualità certificato secondo norma ISO 9001, per accertare le capacità tecniche del proprio parco di fornitori, in relazione ai requisiti posti per i trattamenti termici correntemente adottati in produzione. Commentando le metodologie adottate e i risultati raggiunti, si possono trarre alcune riflessioni sull'applicabilità al campo dei trattamenti termici degli schemi di gestione secondo norme ISO 9000, e su come ottimizzare il rapporto tra committente e fornitore di tali processi.

LA QUALIFICA DEI FORNITORI DI TRATTAMENTO TERMICO

Notoriamente le aziende fornitrici di trattamenti termici rappresentano un contesto ricco di problematiche per una corretta applicazione delle norme ISO 9000, per via delle peculiarità tecniche e operative proprie di tale attività [2,3]. Tra queste, sono da ricordare:

- la sostanziale impossibilità di valutare la conformità delle caratteristiche impartite ai particolari trattati rispetto ai requisiti posti a disegno mediante rilievi non distruttivi
- le difficoltà di garantire identificazione e rintracciabilità dei lotti di produzione
- il ruolo che il fornitore dei trattamenti termici assume rispetto al committente che, spesso, si configura come un supporto di carattere consulenziale, e che impone di destinare un'attenzione particolare alle fasi di definizione e di riesame del contratto

Il controllo dei processi di trattamento termico enfatizza quindi il ruolo giocato da misure organizzative a carattere

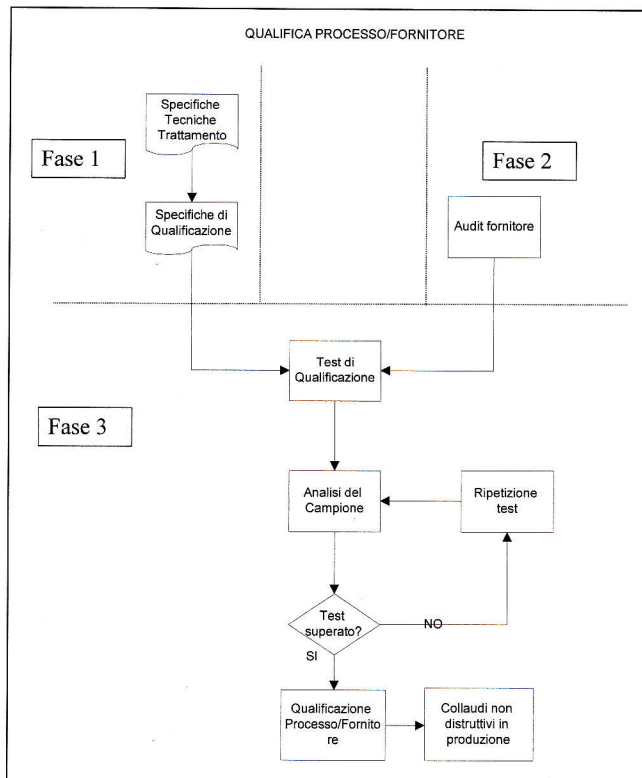


Figura 1: schema a blocchi della procedura di qualifica.

Picture 1: qualification procedure flow chart.

preventivo, quali la verifica dell'idoneità di impianti e personale ad eseguire cicli di trattamento termico in grado di portare ai requisiti metallurgici attesi sui pezzi (qualificazione del processo).

Con il termine qualificazione si intende, in generale, il fatto di constatare, e poi accertare in modo formale, che qualcosa è stato esaminato con competenza, a fronte di requisiti prescritti e pianificati, ed è risultato ad essi conforme.

L'obiettivo di un'azione di qualificazione, in sintesi, consiste nell'accertare che un determinato ciclo di trattamento, definito compiutamente nei suoi parametri operativi, possa essere svolto su uno specifico impianto (qualificazione degli impianti), dando luogo a risultati in linea con le attese (qualificazione del processo).

Una procedura di qualificazione di processo, in estrema sintesi, prevederà pertanto tre momenti (Figura 1):

- la definizione dei requisiti da soddisfare e dei criteri di valutazione (fase 1)
- la verifica, mediante sopralluogo, dello stato degli impianti e del livello di competenza tecnica degli operatori ad essi adibiti (fase 2)
- lo svolgimento di una prova pratica in condizioni controllate, che preveda l'esecuzione degli opportuni controlli distruttivi per accertare le caratteristiche metallurgiche impartite (fase 3).

Ogni fase deve essere formalizzata, per soddisfare le esigenze di rintracciabilità e di identificazione legate alla trasparenza verso l'esterno [4], e alla possibilità, quando necessario, di ricostruire gli eventi.

ESPERIENZE DI QUALIFICHE DI FORNITORI DI TRATTAMENTI TERMICI

Schema operativo dell'attività di qualifica

Secondo un impianto coerente con le premesse sopra riportate, in primo luogo l'azienda costruttrice ha provveduto a (Figura 2):

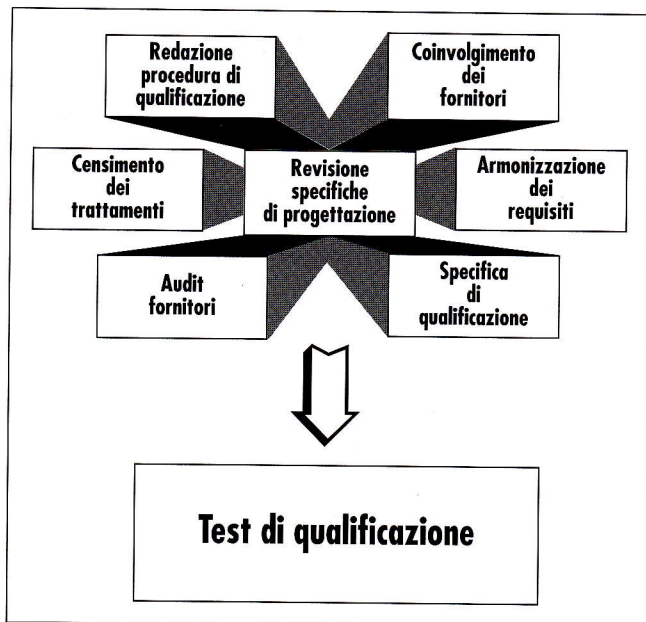


Figura 2: schema operativo dell'attività svolta.

Picture 2: working plan developed.

- redigere una procedura generale di qualificazione di tutti i processi speciali
- censire i tipi di trattamento termico impiegati in relazione ai tipi di materiale utilizzati
- armonizzare i requisiti posti a disegno per ogni tipo di trattamento.

L'output di questa fase ha portato alla revisione delle specifiche di progettazione, che definiscono i risultati attesi dai processi e il loro campo di applicazione (materiali da utilizzare, applicazioni, parametri di riferimento, ecc.).

Sono stati successivamente identificati gli accoppiamenti ritenuti più significativi tra tipo di trattamento e materiale, per

Tipo di acciaio	Trattamento
38 CrAlMo 7	Bonifica
16 CrNi 4	Carbocementazione, tempra, distensione
9 SMnPb 23	Carbonitrurazione
38 NiCrMo 4	Carbonitrurazione (Nitemper)
38 CrAlMo 7	Nitrurazione gassosa
38 NiCrMo 4	Ricottura di distensione
AISI 316L	Solubilizzazione
C 40	Tempra a induzione
X 210 Cr 13 KU	Tempra, distensione

Prospetto 1 - Tipi di acciai e di trattamento oggetto di qualificazione.

Table 1 - Grades of steel and types of heat treatment subjected to qualification procedure.

i quali è stata predisposta una specifica di qualificazione. Il prospetto 1 riporta la varietà di acciai e di tipi di trattamento considerati.

In parallelo è stata avviata:

- un'azione di informazione e di sensibilizzazione sull'iniziativa presso i fornitori, allo scopo di condividerne gli obiettivi e le modalità di attuazione, ottenendo una sostanziale adesione da parte di questi ultimi
- una serie di audit per accertare la capacità dei fornitori di tenere sotto controllo i processi in questione: presenza di cicli, taratura della strumentazione, manutenzione degli impianti, ecc.

Infine è stato eseguito il test di qualificazione su un provino

campione di geometria definita, tipicamente cilindrica o di forma poliedrica, di dimensioni tali da rappresentare la taglia di particolari critici rispetto al tipo di trattamento termico da qualificare. Per rendere il provino rappresentativo delle condizioni del lotto di fabbricazione, esso è stato realizzato dall'azienda costruttrice partendo da uno dei semilavorati impiegati per la realizzazione di pezzi di un singolo lotto di produzione, subendo gli stessi processi di finitura meccanica preliminari al ciclo di trattamento dei pezzi reali, e sottoponendolo al ciclo di trattamento termico, in condizioni di regolazione e di carica dell'impianto analoghe a quelle previste per i componenti reali.

I provini sono stati sottoposti ai controlli richiamati nelle specifiche di qualificazione presso un laboratorio indipendente, scelto congiuntamente dall'azienda costruttrice e dal fornitore di trattamenti termici. Al laboratorio esterno è stato affidato il compito di valutare il grado di conformità del provino rispetto all'insieme di caratteristiche metallurgiche prescritte.

In caso di piena conformità, il processo-fornitore è stato qualificato, mentre si è ricorsi alla ripetizione integrale del test in caso di esiti non conformi.

Raggiunta la qualificazione del processo-fornitore, il piano di controlli in accettazione su ogni lotto si limita ai soli collaudi non distruttivi: durezza superficiale, aspetto visivo mediante confronto con campioni di riferimento, ecc. L'intensità dei collaudi, ovvero il numero di parti sottoposte a controllo per lotto di produzione, è funzione della numerosità del lotto: l'accettazione di ogni lotto è subordinata al superamento di tutti i collaudi.

La procedura di qualificazione del processo-fornitore viene ripetuta qualora si rilevino difettosità durante l'impiego delle parti sottoposte a trattamento termico. In parallelo viene avviata un'azione di analisi delle cause che hanno portato alla comparsa della non conformità, per sviluppare le opportune misure preventive.

Risultati dell'attività

Lo sforzo dell'azienda costruttrice ha portato a risultati tangibili:

- definizione di un insieme chiaro e armonizzato di specifiche di trattamento termico
- riduzione delle non conformità
- valutazione efficace delle capacità dei fornitori di trattamenti termici
- maggiore conoscenza delle problematiche dei processi da parte dei progettisti e degli addetti ai collaudi
- miglioramento della collaborazione tra committente e fornitore in fase di definizione delle caratteristiche dei prodotti da realizzare

La risposta dei fornitori di trattamenti termici è risultata complessivamente adeguata, come si evince dal prospetto 2, anche se, per alcuni tipi di trattamento termico, sono sorte difficoltà contingenti di conduzione degli impianti, che hanno condotto ad esiti non accettabili, costringendo a ripetere la procedura di qualificazione.

Processi/fornitori sottoposti a qualificazione	N° Processi	%
Processi/fornitori qualificati alla 1° prova	14	70
Processi/fornitori qualificati alla 2° prova	4	20
Processi/fornitori qualificati alla 3° prova	2	10

Prospetto 2 - Risultati delle prove di qualifica.

Table 2 - Qualification tests results.

Ciò conferma, in qualche misura, l'esistenza di un problema relativo all'affidabilità di risposta dei fornitori di trattamento

termico, anche in presenza di requisiti tecnici specificati e condivisi.

La costruzione di un sistema chiaro e definito di specifiche per la designazione dei trattamenti è stata accolta positivamente dai fornitori, che hanno correttamente percepito l'impegno di procedere a una standardizzazione della gamma di materiali da trattare e dei requisiti attesi, per conseguire miglioramenti nella gestione delle relazioni tra committente e fornitore e nell'esecuzione dei processi.

L'analisi dei controlli sulle forniture di produzione permetterà di valutare nel tempo l'efficacia dell'azione condotta in termini di riduzione delle non conformità, a fronte dell'alleggerimento del piano di collaudi in accettazione.

CONCLUSIONI

Il trattamento termico rappresenta uno degli snodi cruciali per la costituzione di sistemi decentrati di fabbricazione, necessari per garantire adeguata flessibilità al ciclo di produzione. Si è notato che la criticità dei processi speciali diviene assai elevata quando i lotti di produzione sono a bassa numerosità, come nel caso della componentistica specifica per le macchine automatiche. Da ciò deriva la grande preoccupazione che diversi costruttori di macchine automatiche esprimono nei confronti di questi processi.

L'esperienza che qui è stata riportata mostra che, in realtà, facendo leva sulla condivisione di metodologie e scopi, è possibile attivare azioni di qualificazione della rete di fornitori del comparto, per conseguire aumenti dell'affidabilità di risposta dei processi speciali, a costi ancora accettabili per il sistema produttivo. Considerando le aziende di trattamento termico come imprese di servizi, la capacità di tradurre in

realtà tali obiettivi qualitativi risulta un elemento chiave per garantirsi elevata competitività sul mercato.

È chiaro anche che i costruttori di macchine automatiche potrebbero agevolare notevolmente l'operato dei loro fornitori di trattamenti termici, definendo chiare specifiche di progettazione, adeguate alle esigenze tecnologiche dei particolari da realizzare, eventualmente in collaborazione con i fornitori stessi, e standardizzando maggiormente la gamma di materiali impiegati, nel limite delle peculiarità di personalizzazione del prodotto, proprie del settore.

Da ultimo, si deve rilevare che la disponibilità sul territorio di laboratori indipendenti, adeguatamente attrezzati e riconosciuti affidabili e competenti da committenti e fornitori, rappresenta un indispensabile presupposto per lo svolgimento di azioni come quelle sopra descritte.

NOTA BIBLIOGRAFICA

1. E. Costa, A. Baffetti, F. Falcone, V. Gabrielli, Anomalie in trattamento termico: il ruolo del rapporto committente fornitore, Atti del XIV Convegno nazionale di trattamenti termici AIM, 1993
2. Norma UNI EN ISO 9001, Sistemi qualità. Modello per l'assicurazione della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza, UNI, 1994
3. AA.VV., Linee guida per l'applicazione nel settore meccanico della norma UNI EN 29002. Note integrative per le aziende di trattamenti termici, CERMET, 1993
4. E. Costa, R. Trippodo, Le ISO 9000 e il trattamento termico, Atti del XV Convegno nazionale di trattamenti termici AIM, 1995

A B S T R A C T

QUALIFICATION OF HEAT TREATMENT SUPPLIERS: EXPERIENCES RUN IN THE FIELD OF MANUFACTURING AUTOMATIC MACHINERY FOR PACKAGING

Manufacturing of automatic packaging machinery represents an important sector of Italian Industry. National companies have reached a world leadership on the market, on the basis of three key-factors:

- *design capability, able to fulfil customers' technical requirements*
- *maintenance services, operating world-wide with high efficiency*
- *high flexibility in production cycles, which are developed in co-operation with a large suppliers' network, that can*

assure replies to peaks of demand on the market Automatic packaging machinery (APM) are always to be adapted to customers' needs: this forces manufactures to change continuously several details of their products, thus reducing the opportunity offered by standardisation in production cycles.

For instance, the production lot for APM components does not generally exceed 100 pieces per year.

The demand from the market of APM with higher productivity and safety levels can only be satisfied by introducing advanced technologies and materials, and this requires to find reliable suppliers that can fabricate the more critical parts.

In the field of heat treatment, owing to small volumes of pro-

duction lots, several problems rise because suppliers need to treat parts for APM together with other mechanical components, less critical, to saturate the capability of their plants, and this can lead to failures during service. Heat treatment becomes an important factor to be controlled to guarantee the desired quality level in service.

Last but not least, ISO 9000 standards require to check the organisation and the technical capability of the suppliers, to assess if they can provide the commissioned activity. This is true especially for the so-called „special processes“, those activities whose result cannot be controlled using only non destructive tests. This leads the customers to the development of qualification procedures.

The authors briefly present the qualification plan developed in a medium company, world leader in the manufacturing of APM for food and pharmaceutical Industry, to assess the heat treatment suppliers, and discuss the results obtained.

The activity has been developed according to the scheme showed in Picture 1:

- a first phase, in which technical requirements and methods of evaluation are defined
- a second phase, in which plants and personnel characteristics are evaluated, by visiting the supplier's firm
- a third phase, in which the process is run in controlled conditions, and the effects are evaluated according to what established in phase 1

In the first phase, several heat treatment specifications have been developed, in order to harmonise the requirements put on drawings for each heat treatment considered (Picture 2), and the couples between grade of steel and type of heat treatment have been selected (as showed on table 1).

In the second phase, several meetings were organised with the suppliers, to present the activity and its goals, and seve-

ral audits were performed in the suppliers' firms, to evaluate how plants and working activities were run.

Finally, in the third phase, specimens representative of critical parts were subjected to heat treatment and the metallurgical results of the process were evaluated in an independent laboratory (practical test).

In case of full conformity to the relevant specification, the process and the supplier were qualified, and consequently, the control plan were limited only to non-destructive tests. If the results of the practical test were not conformal, the practical test must be repeated, after modifying the process parameters.

The overall results of the activity can be summarised in this way:

- development of a set of harmonised heat treatment specifications
- reduction in non conformity due to non correct execution of heat treatment
- better evaluation of suppliers' characteristics
- improvement of the co-operation between customer and supplier in order to define the characteristics of the part to be heat treated

In table 2 are reported the results obtained, in terms of number of processes qualified in respect of the number of practical tests needed to reach conformity to the specification.

Some final remarks can be reported:

- by using qualification procedures, the reliability of the performance of heat treatment suppliers can be raised
- by harmonising the technical requirements expected from heat treatments, suppliers' task becomes easier
- the presence on the territory of independent laboratories can assure both customer and supplier for what concerns the reliability of the judgement on the parts produced.