

Produzione di precisione EPTEK | Colata di precisione e attrezzature per compositi

OLTRE LE TAVOLE INCOLLATE

EPTEK PRECISION CAST TOOLING

Dalle tavole incollate alla colata monolitica a profilo prossimo al finito

Modelli automobilistici • Stampi e attrezzature aerospaziali • Attrezzature di precisione



Meno giunti, maggiore certezza.

Sistemi EPTEK non metallici per modelli e stampi: colata, paste e schiume rigide.

Costruzione con tavole incollate

Colata monolitica di precisione

Lavorazione CNC a cinque assi di un grezzo monolitico colato, privo di giunti tra tavole e con una superficie liscia e continua.

Nei modelli di stile automobilistici, nella validazione dei modelli e negli stampi e nelle attrezzature aerospaziali di precisione, la qualità del grezzo determina la continuità con cui si possono riprodurre superfici complesse e l'affidabilità del trasferimento delle quote di progetto. Influisce inoltre direttamente sull'efficienza delle successive operazioni di incollaggio, riparazione e lavorazione meccanica.

Per pezzi grandi, cavità profonde e geometrie complesse, le tavole tradizionali devono essere tagliate in più sezioni, incollate e lasciate polimerizzare prima di lavorare l'insieme. Giunti, strati adesivi e finiture ripetute allungano il processo e introducono incertezza nell'uniformità superficiale, nella tenuta al vuoto e nella stabilità dimensionale a lungo termine.

Per superare la costruzione con tavole incollate, EPTEK ha sviluppato Precision Cast Tooling. Partendo dai dati 3D del cliente, progetta una cavità di colata dedicata e produce un grezzo monolitico vicino alla geometria finale, passando dall'assemblaggio di pannelli alla colata integrata per modelli e stampi complessi.

«Meno giunti. Maggiore certezza produttiva.» È il principio alla base di EPTEK Precision Cast Tooling.

01 | QUATTRO LIMITI DELLE TAVOLE PER STAMPI INCOLLATE

Le tavole tradizionali sono generalmente fornite come pannelli rettangolari standard. Realizzare pezzi grandi, cavità profonde o stampi a forma libera complessa richiede disposizione dei pannelli, taglio, sgrossatura, applicazione dell'adesivo, assemblaggio, serraggio, polimerizzazione e finitura dei giunti. Le tavole standard restano convenienti per pezzi piccoli e regolari; i loro limiti diventano però più evidenti all'aumentare delle dimensioni, della complessità

superficiale e dei requisiti di vuoto.

- È difficile eliminare i giunti visibili

Strati adesivi e tavole differiscono per colore, durezza, coefficiente di dilatazione termica e comportamento alla carteggiatura. Anche dopo stuccatura, carteggiatura e verniciatura, i giunti possono riapparire su finiture lucide e superfici di Classe A, o dopo variazioni termiche prolungate, compromettendo l'uniformità di modelli di stile, modelli master e stampi di alta qualità.

- La tenuta al vuoto può essere compromessa

Zone dei giunti, bordi dell'adesivo e incollaggi localmente incompleti possono creare canali nascosti o microvuoti. Negli stampi per termoformatura sotto vuoto, nei modelli master per laminazione di compositi e nelle attrezzature di rifilatura a vuoto, questi difetti possono diventare vie di fuga, riducendo il livello di vuoto o rendendone instabile il mantenimento.

- Le linee di incollaggio possono limitare la durata

Le linee di incollaggio costituiscono discontinuità nella struttura complessiva. Movimentazione, lavorazione meccanica, carico da vuoto, carichi meccanici e cicli termici ripetuti possono provocare distacchi locali, fessurazioni o dislivelli ai giunti, aumentando la necessità di riparazione e ricalibrazione.

- Minore efficienza produttiva

L'assemblaggio tradizionale richiede taglio dei pannelli, applicazione dell'adesivo, posizionamento, serraggio, polimerizzazione, riparazione dei giunti e ripristino dei riferimenti, seguiti dall'asportazione di molto materiale da un grezzo rettangolare. La colata monolitica a profilo prossimo al finito dispone il sovraspessore di lavorazione attorno alla geometria finale, riducendo il materiale eccedente e la sgrossatura.

COSTRUZIONE CON TAVOLE INCOLLATE	Disposizione e taglio → sgrossatura preliminare → incollaggio e serraggio → polimerizzazione → riparazione dei giunti → ripristino dei riferimenti → sgrossatura pesante
COLATA A PROFILO PROSSIMO AL FINITO	Dati 3D → cavità dedicata → colata monolitica → lavorazione di finitura mirata

Le tavole standard restano una scelta valida per pezzi piccoli e regolari. Gli svantaggi emergono soprattutto con stampi grandi, cavità profonde, superfici complesse, applicazioni sotto vuoto e progetti con requisiti estetici elevati.

02 | COLATA A PROFILO PROSSIMO AL FINITO: UN NUOVO PROCESSO PER IL GREZZO

EPTEK Precision Cast Tooling adotta il processo di colata a profilo prossimo al finito riconosciuto a livello internazionale: un grezzo tridimensionale viene colato vicino alla geometria finale del prodotto. Rispetto alle tavole impilate e incollate, il processo riduce asportazione di materiale, tempi CNC, usura degli utensili e scarti di truciolo, offrendo una superficie continua senza giunti tra tavole.

Non cambia soltanto la forma del materiale: viene riconfigurato l'intero processo di produzione del grezzo. Dai dati 3D e dalla progettazione della cavità fino alla colata monolitica e alla lavorazione di precisione, il materiale viene disposto attorno al profilo finale. Il grezzo conserva soltanto il sovraspessore necessario e può passare direttamente alla finitura CNC o a cinque assi, eliminando taglio, incollaggio, polimerizzazione dei pannelli e riparazione dei giunti.

FASE DI PROCESSO	DESCRIZIONE
01 Dati e progettazione dello stampo	Progettare uno stampo di colata dedicato a partire dai dati 3D del cliente, definendo sovraspessore di lavorazione, posizioni degli inserti, circuiti del vuoto e altri dettagli di processo.
02 Lavorazione della cavità	Lavorare a CNC la cavità di colata in schiuma per riprodurre accuratamente la geometria del prodotto, controllando il consumo di materiale e avvicinandosi al profilo finale.

FASE DI PROCESSO	DESCRIZIONE
03 Colata e polimerizzazione	Colare poliuretano liquido (PUCAST®) o resina epossidica (EPCAST®) e polimerizzare fino a ottenere una struttura monolitica. Per sezioni spesse si possono adottare cicli di polimerizzazione e post-polimerizzazione per fasi.
04 Finitura meccanica minima	Sformare il grezzo monolitico con sovrappessore limitato. Una leggera finitura meccanica produce il pezzo finale; nei progetti idonei, il tempo di lavorazione può ridursi di oltre il 50%.

EPTEK sceglie il sistema poliuretanico PUCAST® o epossidico EPCAST® in funzione delle dimensioni del pezzo, della temperatura di servizio, della durezza superficiale, delle prestazioni a compressione, del peso e dei requisiti di lavorazione. Per sezioni spesse, alta precisione o temperature elevate, si possono usare polimerizzazione e post-polimerizzazione per fasi, per ridurre le tensioni interne e stabilizzare le proprietà finali.

03 | GREZZI COLATI DI PRECISIONE E TAVOLE INCOLLATE A CONFRONTO

Il valore del grezzo colato di precisione non è semplicemente sostituire una tavola standard: porta la geometria di partenza molto più vicino a quella finale.

CRITERIO	TAVOLE PER STAMPI INCOLLATE	EPTEK PRECISION CAST TOOLING
Stabilità dimensionale	Le numerose interfacce adesive possono deformarsi in modo diverso al variare della temperatura.	Una struttura monolitica continua, una formulazione controllata e la post-polimerizzazione favoriscono un comportamento dimensionale uniforme.
Tenuta al vuoto	Le linee di incollaggio e i vuoti possono creare vie di fuga, rendendo difficile mantenere le prestazioni di tenuta al vuoto.	Meno interfacce tra pannelli riducono le possibili vie di fuga.
Efficienza di lavorazione	Taglio, incollaggio, polimerizzazione, riparazione dei giunti e sgrossatura pesante producono una lunga catena di lavorazioni.	Il sovrappessore vicino alla geometria finale accorcia i percorsi di sgrossatura e riduce l'usura degli utensili.
Durata in servizio	Le linee di incollaggio sono zone relativamente deboli e possono distaccarsi o fessurarsi sotto carichi termici e meccanici.	Eliminando i giunti tra pannelli, la durata può essere ottimizzata mediante sistema di materiale, densità e progettazione strutturale.
Costo totale	Conveniente per pezzi piccoli e regolari, ma i costi di assemblaggio e sgrossatura aumentano rapidamente sugli stampi grandi.	La cavità dedicata richiede un investimento iniziale, ma per stampi grandi e complessi il costo totale e i tempi sono più controllabili.

La riduzione del peso, l'efficienza di lavorazione e i tempi del singolo progetto dipendono da dimensioni del pezzo, densità del materiale, progetto strutturale, sovrappessore e criteri di accettazione. Le tavole standard possono restare più economiche per pezzi piccoli, regolari o estremamente urgenti; la colata monolitica a profilo prossimo al finito è generalmente più efficiente per grandi pezzi, superfici complesse, tenuta al vuoto e finiture di alta qualità.

04 | STILE AUTOMOBILISTICO, MODELLI E STAMPI

Le applicazioni automobilistiche rappresentano circa il 50% dei progetti EPTEK Precision Cast Tooling. La tecnologia supporta il percorso dalla validazione iniziale dello stile e dalla conferma dei dati tecnici fino a modelli di interni ed esterni, modelli funzionali, attrezzature di controllo e stampi per piccole serie.



Modello di stile automobilistico: il grezzo monolitico colato consente di riprodurre superfici di Classe A senza giunti.

- Modelli di stile e modelli master

Adatto a modelli dell'intero esterno veicolo e di sezioni di carrozzeria, paraurti, parafanghi, rivestimenti anteriori e posteriori, spoiler, passaruota, fanali, griglie e componenti aerodinamici. Su superfici grandi, cavità profonde o strutture irregolari, il grezzo monolitico limita il rischio che i giunti tra tavole diventino visibili sotto la vernice lucida e supporta il trasferimento dall'argilla al CAD, la verifica delle superfici di Classe A e il rilascio finale del progetto.

- Modelli di controllo dei dati e modelli cubing

I dati del veicolo o di un sottogruppo possono essere utilizzati per realizzare modelli di controllo dimensionale, accoppiamento e validazione dell'assemblaggio, verificando giochi, allineamenti superficiali, rapporti tra bordi e compatibilità di montaggio. Elevata stabilità dimensionale, buona tenuta dei bordi e finitura fine sono requisiti fondamentali del materiale.

- Modelli e stampi per interni ed esterni

Le applicazioni comprendono plance, pannelli porta, console centrali, montanti, padiglioni, componenti dei sedili, rivestimenti del vano bagagli, fanali e pannelli di carrozzeria per veicoli ad alimentazione alternativa. Il materiale è utilizzabile anche per stampi di termoformatura sotto vuoto, RIM a bassa pressione, schiumatura, rivestimenti morbidi e compositi in piccole serie.

- Attrezzature di controllo, assemblaggio e supporto dei componenti

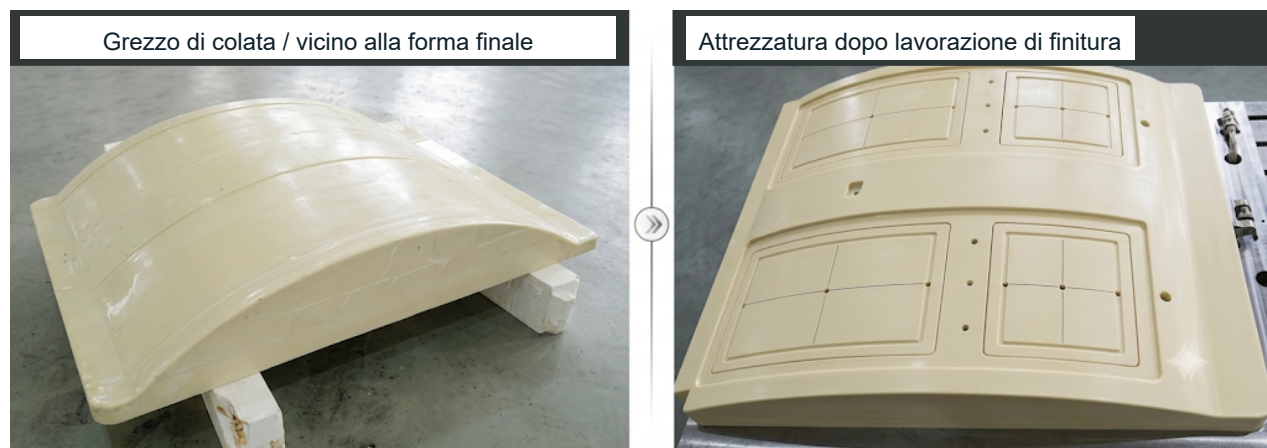
Adatto ad attrezzature di controllo del profilo, posizionamento e supporto di assemblaggio, basi di misura e supporti espositivi per pannelli carrozzeria, rivestimenti interni ed esterni e componenti strutturali. Il grezzo può essere colato vicino al profilo di supporto richiesto e poi lavorato con fori di riferimento, spine di posizionamento, blocchi di controllo e inserti metallici, bilanciando precisione, peso e facilità di movimentazione.

05 | APPLICAZIONI DI STAMPI E ATTREZZATURE AEROSPAZIALI

I componenti aerospaziali in composito e lamiera sono spesso grandi, a parete sottile, poco rigidi e caratterizzati da curvature complesse e requisiti di precisione elevati. Servono attrezzature dedicate durante laminazione e formatura,

rifilatura e foratura, ispezione e assemblaggio. Attualmente le applicazioni aerospaziali rappresentano circa il 50% dei progetti EPTEK Precision Cast Tooling.

Attrezzature grandi: confronto delle fasi di produzione



Attrezzature grandi: confronto delle fasi di produzione

Grezzo di colata / vicino alla forma finale

Attrezzatura dopo lavorazione di finitura

Grezzo per stampi di grandi dimensioni prima e dopo la lavorazione: la colata vicina alla geometria finale riduce l'asportazione, mantenendo il sovrasspessore superficiale necessario.

- Modelli master per stampi in composito

Il modello master è il riferimento di alta precisione usato per fabbricare uno stampo in composito di produzione. EPTEK può colare direttamente un grezzo monolitico dai dati del componente o dello stampo finale. La lavorazione a cinque assi produce una superficie continua, seguita da sigillatura, rivestimento, gelcoat o trattamento distaccante. Applicazioni tipiche sono i modelli master per rivestimenti alari in carbonio, pannelli di fusoliera, porte, carenature, estremità alari, longheroni e centine.

- Per modelli master per compositi a bassa o media temperatura, scegliere un sistema poliuretanico o epossidico in base al materiale da laminare, alla temperatura di polimerizzazione, al numero di cicli termici e ai requisiti di precisione.

- Per modelli master di stampi in prepreg, verificare temperatura di deflessione sotto carico, coefficiente di dilatazione termica, ciclo di post-polimerizzazione e compatibilità con il sistema gelcoat.

- Attrezzature di bloccaggio a vuoto e rifilatura

Dopo la polimerizzazione, i componenti in composito vengono spesso posizionati su attrezzature di bloccaggio a vuoto e rifilatura conformi alla superficie del pezzo. EPTEK Precision Cast Tooling realizza il corpo dell'attrezzatura come grezzo unico; la lavorazione CNC crea poi superficie di accoppiamento, scanalature per il vuoto, canali d'aria, sedi delle guarnizioni e riferimenti di posizionamento. Il grezzo monolitico non presenta giunti tra tavole che attraversino la superficie di lavoro, riducendo il rischio che le linee di incollaggio diventino vie di fuga.

- Componenti tipici: rivestimenti alari in carbonio, pannelli di fusoliera, porte, carenature, pannelli sandwich a nido d'ape e componenti interni in composito.

- Dopo la lavorazione eseguire sigillatura superficiale, verifica della continuità delle guarnizioni, prova del vuoto per zone e prova di mantenimento del vuoto dell'intera attrezzatura.

05 | APPLICAZIONI DI STAMPI E ATTREZZATURE AEROSPAZIALI - SEGUITO

- Grezzi per stampi di stiratura e formatura della lamiera

Rivestimenti aeronautici in alluminio e componenti in lamiera sottile richiedono stampi con superfici accurate, sufficiente resistenza a compressione e buona resistenza all'usura durante stiratura a bassa temperatura, formatura per stiramento, lavorazione manuale e raddrizzatura. Nei programmi di sviluppo, nelle piccole serie e con superfici complesse, gli stampi in resina possono essere rapidamente lavorati a cinque assi e sono più facili da movimentare e modificare rispetto ai grezzi metallici.

● **Attrezzature di ispezione e assemblaggio**

L'ispezione e l'assemblaggio di componenti aerospaziali richiedono trasferimento affidabile dei riferimenti, posizionamento sul profilo e serraggio ripetibile. EPTEK Precision Cast Tooling è utilizzabile per calibri di profilo e superficie, attrezzature di posizionamento per assemblaggio, basi di maschere di foratura e attrezzature di incollaggio. Il grezzo monolitico consente profili di supporto complessi con peso relativamente basso e può integrare spine di posizionamento, boccole, inserti filettati, sedi per sfere e bersagli di misura.

Per i progetti aerospaziali, selezione dei materiali e cicli di polimerizzazione devono essere validati rispetto a temperatura di servizio, numero di cicli termici, precisione dimensionale, compatibilità con rivestimenti o gelcoat, requisiti di vuoto e piano di ispezione finale.

06 | GAMMA DI PRODOTTI EPTEK

EPTEK offre una gamma completa di materiali e macchine per lo stile automobilistico, gli stampi aerospaziali e le attrezzature di precisione: dall'argilla industriale, dalle anime leggere e dalle tavole per modelli ai grezzi colati di precisione, alle paste per stampi, alle anime idrosolubili e ai sistemi di lavorazione a cinque assi.

FAMIGLIA DI PRODOTTI	CARATTERISTICHE PRINCIPALI E APPLICAZIONI
PUCAST® Grezzi poliuretani colati di precisione	Polimerizzazione rapida, eccellente lavorabilità, poca polvere e varie opzioni di densità. Adatto a modelli di stile automobilistici, attrezzature di controllo e assemblaggio, attrezzature di rifilatura a vuoto e modelli master per compositi a bassa temperatura.
EPCAST® Grezzi epossidici colati di precisione	Eccellente stabilità dimensionale, buone prestazioni ad alta temperatura e bassa dilatazione termica. Adatto a modelli master per compositi a temperatura più elevata, modelli master per stampi in prepreg e attrezzature di ispezione di precisione.
PUBOARD® / EPBOARD® Tavole per modelli e stampi	Tavole poliuretaniche ed epossidiche per alte temperature, per piccoli modelli, stampi rapidi, attrezzature di controllo e modelli master per stampi in prepreg.
PUFOAM® / LBOARD® Materiali per anime leggere	Schiuma poliuretanica rigida a celle fini per grandi modelli master, modelli master leggeri, modelli per stampi in composito e supporti interni di strutture conformate.
EPMOLD® Paste per modelli e stampi	Per strati superficiali di grandi modelli master, raccordo e regolarizzazione di superfici complesse, modifiche locali e produzione di stampi mediante applicazione manuale o meccanica.
EPMOLD® Resine e prepreg per stampi	Sistemi ad alte prestazioni per stampi in composito aerospaziali, compresi stampi per infusione sotto vuoto, stampi in prepreg e stampi per compositi ad alta temperatura.
iClay Argilla industriale per modelli di stile	Per lo sviluppo dello stile automobilistico e la validazione del design. Rilavorabile e facile da rifinire per modelli con superfici di Classe A.
Materiali per anime idrosolubili	Per formare strutture cave in composito di geometria complessa. Dopo la polimerizzazione, l'anima si elimina con acqua, superando i limiti di estrazione delle anime tradizionali.

RICHIESTE DI PROGETTO

Grezzi colati senza giunti, modelli, stampi e attrezzature di fissaggio su misura

Inviateci i vostri dati 3D: EPTEK può fornire una soluzione completa, dal grezzo colato di precisione al pezzo finito con lavorazione a cinque assi.