অধ্যায়-৪ চিপ এবং চিপ গঠন

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। BUE বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১০, ১০'পরি, ১৩'পরি, ১৭, ২০, ২০'পরি

উত্তর ঃ BUE-এর পূর্ণরূপ হলো Built-Up Edge। নমনীয় ধাতু মেশিনিং করার সময় উচ্চ চাপ ও তাপে চিপস-এর কণা টুলের কাটিং এজে জমে বা ওয়েল্ডিং হয়ে যে নতুন ও অস্থায়ী ধারের (Cutting Edge) সৃষ্টি করে, তাকে BUE বা বিল্ট-আপ এজ বলে। এটি সাধারণত সারফেস ফিনিশ নষ্ট করে।

***** ২। নোটেশনসহ টুল সাপেক্ষে চিপের বেগ নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ টুল সাপেক্ষে চিপের বেগ (Vc) নির্ণয়ের সূত্রটি হলো ঃ $Vc = \frac{V \sin \emptyset}{\cos(\emptyset - \alpha)}$

যেখানে,

Vc = চিপের বেগ (Chip Velocity)

ϕ = শিয়ার কোণ (Shear Angle)

V = কাটিং বেগ (Cutting Velocity)

α = রেক কোণ (Rake Angle)

***** ৩। কন্টিনিউয়াস চিপ উৎপন্নের শর্ত লেখ।** বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ২২'পরি

উত্তর ঃ কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chip) উৎপন্নের প্রধান শর্তগুলো হলো ঃ

১. জবের ধাতু নমনীয় বা ডাক্টাইল (Ductile) হতে হবে (যেমন ঃ মাইল্ড স্টিল, অ্যালুমিনিয়াম)।

২. উচ্চ কাটিং স্পিড (High Cutting Speed) থাকতে হবে।

৩. টুলের রেক অ্যাঙ্গেল বড় হতে হবে।

৪. কম ফিড (Low Feed) এবং লুব্রিকেন্ট ব্যবহার করতে হবে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। চিপ ব্রেকারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৭, ১৯, ২০, ২২'পরি, ২৩

উত্তর ঃ লেদ বা অন্য মেশিনে নমনীয় ধাতু কাটার সময় যে লম্বা, গরম ও অবিচ্ছিন্ন চিপ (Continuous Chip) তৈরি হয়, তা ভেঙে ছোট ছোট টুকরায় পরিণত করার জন্য চিপ ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। এর প্রধান প্রয়োজনীয়তাগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. অপারেটরের নিরাপত্তা (Safety) ঃ লম্বা এবং অত্যন্ত ধারালো চিপ অপারেটরের শরীরে পেঁচিয়ে গিয়ে বড় দুর্ঘটনা ঘটাতে পারে। চিপ ব্রেকার চিপগুলোকে ছোট টুকরায় ভেঙে নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।

২. সহজ অপসারণ **(Easy Disposal) ঃ** লম্বা ও জট পাকানো চিপ মেশিন থেকে পরিষ্কার করা বা সরিয়ে ফেলা খুব কষ্টসাধ্য এবং সময়সাপেক্ষ। চিপ ছোট হলে তা সহজেই সরানো যায়।

৩. সারফেস ফিনিশ রক্ষা (Surface Finish) ঃ অবিচ্ছিন্ন চিপ অনেক সময় ঘুরন্ত জবের গায়ে বা টুলের সাথে পেঁচিয়ে যায়, যা জবের মসৃণ তলে দাগ (Scratch) ফেলে দেয়। চিপ ব্রেকার ব্যবহার করলে এই সমস্যা হয় না।

৪. কুল্যান্ট প্রবাহ (Coolant Flow) ঃ লম্বা চিপ কাটিং জোনে জমা হয়ে থাকলে কুল্যান্ট বা কাটিং ফ্লুইড সঠিক জায়গায় পৌঁছাতে পারে না। চিপ ভেঙে গেলে কুল্যান্ট সহজেই কাটিং এজে পৌঁছে টুলকে ঠান্ডা রাখে।

৫. টুল লাইফ বৃদ্ধি ঃ এটি চিপকে বাঁকিয়ে ভেঙে ফেলতে সাহায্য করে, ফলে টুলের ফেসের ওপর ঘর্ষণজনিত তাপ ও চাপ কিছুটা কমে, যা টুলের স্থায়িত্ব বাড়ায়।

***** ২। কন্টিনিউয়াস চিপের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩'পরি, ১৪, ১৬, ১৮, ২৪

উত্তর ঃ নমনীয় বা ডাকটাইল মেটাল হাই স্পিডে কাটার সময় ফিতার মতো লম্বা অবিচ্ছিন্ন যে চিপ তৈরি হয়, তাকে কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chip) বলে। নিচে এর সুবিধা ও অসুবিধা দেওয়া হলো ঃ

সুবিধাসমূহ (Advantages) ঃ

১. কাটিং অ্যাকশন নিরবচ্ছিন্ন হওয়ার কারণে জবের উপরিভাগ খুব মসৃণ ও সুন্দর হয়।

২. টুলের কাটিং এজের ওপর হঠাৎ কোনো আঘাত বা শক (Shock) লাগে না, ফলে টুলের আয়ু বাড়ে।

৩. মেশিনিং করতে বিদ্যুৎ খরচ বা পাওয়ার কম লাগে।

৪. কাটিং ফোর্স ধ্রুবক থাকে বলে মেশিনে ভাইব্রেশন বা চ্যাটারিং কম হয়।

অসুবিধাসমূহ (Disadvantages) ঃ

১. চিপগুলো খুব লম্বা ও ধারালো হয়, যা অপারেটরের হাতে লেগে কেটে যাওয়ার ঝুঁকি থাকে।

২. চিপগুলো টুল, জব বা চাকের (Chuck) সাথে পেঁচিয়ে যায়, যা পরিষ্কার করা কষ্টসাধ্য।

৩. পেঁচিয়ে যাওয়া চিপের ঘর্ষণে জবের ফিনিশ করা সারফেস নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

৪. এই চিপ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য টুলের সাথে অতিরিক্ত 'চিপ ব্রেকার' ব্যবহারের প্রয়োজন হয়।

***** ৩। কন্টিনিউয়াস ও ডিসকন্টিনিউয়াস চিপ বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১৭, ২২

উত্তর ঃ ধাতু কাটার সময় বা মেশিনিং করার সময় যে চিপস (Chips) উৎপন্ন হয়, তার গঠনের ওপর ভিত্তি করে প্রধান দুই ধরনের চিপের সংজ্ঞা নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chip) ঃ সাধারণত নমনীয় বা ডাকটাইল ধাতু কাটার সময় যদি কাটিং স্পিড বেশি থাকে এবং টুলের রেক অ্যাঙ্গেল বড় হয়, তবে ফিতার মতো লম্বা অবিচ্ছিন্ন যে চিপ তৈরি হয়, তাকে কন্টিনিউয়াস চিপ বলে। এতে জবের সারফেস ফিনিশ খুব মসৃণ হয়।

২. ডিসকন্টিনিউয়াস চিপ (Discontinuous Chip) ঃ সাধারণত ভঙ্গুর বা ব্রিটল ধাতু কাটার সময় অথবা কম কাটিং স্পিড ও ছোট রেক অ্যাঙ্গেল ব্যবহার করলে চিপগুলো লম্বা না হয়ে ভেঙে ভেঙে ছোট টুকরো আকারে বের হয়। একে ডিসকন্টিনিউয়াস বা বিযুক্ত চিপ বলে।

**** ৪। চিপ ফরমেশনের জন্য প্রয়োজনীয় মৌলিক বিষয়গুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০১০, ১১, ১৫, ২০'পরি

উত্তর ঃ চিপ ফরমেশনের জন্য প্রয়োজনীয় মৌলিক বিষয়গুলো হলো ঃ

১. ওয়ার্কপিস বা জবের উপাদান
২. ডেপথ অফ কাট বা কর্তন গভীরতা
৩. কাটিং টুলের জ্যামিতি
৪. টুল ও চিপের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ
৫. কাটিং স্পিড
৬. কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্টের ব্যবহার
৭. ফিড রেট

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। বিভিন্ন প্রকার চিপের বর্ণনা দাও।** বাকাশিবো- ২০০৫, ১১, ২২, ২৩

উত্তর ঃ মেশিনিং প্রক্রিয়ায় সাধারণত তিন ধরণের চিপ উৎপন্ন হয়। নিচে এদের বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

১. বিযুক্ত বা খণ্ড বিখণ্ড চিপ (Discontinuous Chips) ঃ যখন চিপগুলো একটানা লম্বা না হয়ে ছোট ছোট টুকরো হয়ে ভেঙে ভেঙে বের হয়, তখন তাকে বিযুক্ত চিপ বলে। এটি উৎপন্ন হওয়ার কারণগুলো হলো ঃ

i. ভঙ্গুর ধাতু (Brittle Material) যেমন–কাস্ট আয়রন, ব্রাস বা ব্রোঞ্জ মেশিনিং করার সময়।
ii. কাটিং স্পিড খুব কম থাকলে।

iii. ফিড (Feed) এবং ডেপথ অফ কাট (Depth of Cut) খুব বেশি হলে।

iv. কাটিং টুলের রেক অ্যাঙ্গেল (Rake Angle) কম বা নেগেটিভ হলে।

২. অবিচ্ছিন্ন বা কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chips) ঃ যখন চিপগুলো না ভেঙে লম্বা ফিতা বা কুণ্ডলীর মতো একটানা বের হতে থাকে, তখন তাকে কন্টিনিউয়াস চিপ বলে। এটি উৎপন্ন হওয়ার কারণগুলো হলোঃ

i. নমনীয় ধাতু (Ductile Material) যেমন–মাইল্ড স্টিল, অ্যালুমিনিয়াম বা কপার মেশিনিং করার সময়।

ii. কাটিং স্পিড বেশি (High Speed) থাকলে।

iii. ফিড এবং ডেপথ অফ কাট কম বা পাতলা হলে।

iv. টুলের রেক অ্যাঙ্গেল বেশি বা কাটিং এজ খুব ধারালো হলে।

v. সঠিক কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্ট ব্যবহার করে ঘর্ষণ কমালে।

৩. বিল্ট-আপ-এজ সহ অবিচ্ছিন্ন চিপ (Chips Continuous with Built-Up Edge - BUE) ঃ এটি মূলত কন্টিনিউয়াস চিপ, কিন্তু কাটিং টুলের ডগায় বা টিপে চিপের কিছু অংশ উচ্চ তাপ ও চাপে ঝালাই (Welding) হওয়ার মতো আটকে যায় একে বিল্ট-আপ-এজ বলে। এটি উৎপন্ন হওয়ার কারণগুলো হলো ঃ

i. নমনীয় ধাতু মেশিনিং করার সময়।

ii. টুল ফেস এবং চিপের মধ্যে অতিরিক্ত ঘর্ষণ সৃষ্টি হলে।

iii. কাটিং এলাকায় অত্যধিক তাপমাত্রা উৎপন্ন হলে।

iv. কাটিং স্পিড মাঝারি মানের (Medium speed) হলে।

v. অপর্যাপ্ত কুল্যান্ট ব্যবহারের ফলে।

৪. **ইনহোমোজিনিয়াস চিপ (Inhomogeneous chip)** ঃ কঠিন ধাতু উচ্চ গতিতে কাটার সময় যে করাতের দাঁতের মতো (Saw-tooth) বা খাঁজকাটা অসমান চিপ উৎপন্ন হয়, তাকে ইনহোমোজিনিয়াস বা সেরেটেড চিপ (Serrated Chip) বলে।

i. করাতের দাঁতের মতো (Saw-tooth) বা ঢেউখেলানো আকৃতি।
ii. অবিচ্ছিন্ন ও বিযুক্ত চিপের মধ্যবর্তী রূপ (Semi-continuous)।
iii. চিপের পুরুত্ব সব জায়গায় সমান থাকে না।
iv. খুব শক্ত ধাতু কাটার সময় তৈরি হয়।
v. উচ্চ কাটিং স্পিডে (High Cutting Speed) উৎপন্ন হয়।
vi. কাটিং টুলের রেক অ্যাঙ্গেল কম বা নেগেটিভ থাকলে সৃষ্টি হয়।
vii. ধাতুর থার্মাল সফটনিং (Thermal Softening) এর প্রভাবে গঠিত হয়।

***** ২। চিপ গঠনের জ্যামিতিক ব্যাখ্যা দাও।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৯, ১০, ১১, ১২'পরি, ১৪, ১৫, ১৫'পরি, ১৭, ১৮, ১৯, ২০'পরি, ২১, ২২'পরি

অথবা, চিপ গঠন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ০৮, ১১'পরি, ২৩'পরি

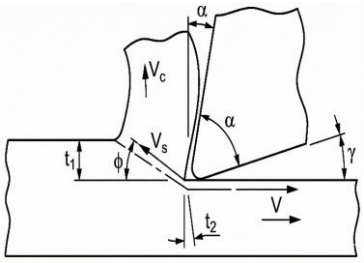
উত্তর ঃ মেটাল কাটিং বা মেশিনিং প্রক্রিয়ায় কাটিং টুলের চাপে ওয়ার্কপিসের ধাতু একটি নির্দিষ্ট তলে শিয়ারিং (Shearing) বা মোচড়ানোর মাধ্যমে বিচ্ছিন্ন হয়ে চিপ আকারে বের হয়ে আসে। এই প্রক্রিয়াটি জ্যামিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করাকে চিপ গঠনের জ্যামিতিক ব্যাখ্যা বলা হয়। এই বিশ্লেষণের জন্য সাধারণত অর্থোগোনাল কাটিং (Orthogonal Cutting) মডেল ব্যবহার করা হয়।

১. জ্যামিতিক প্যারামিটারসমূহ ঃ ধরি, একটি কাটিং টুল দিয়ে জবে মেশিনিং করা হচ্ছে।

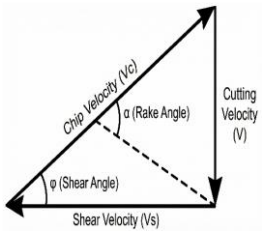
চিত্রের জ্যামিতি অনুযায়ী–

t_1= কাটার পূর্বের চিপের পুরুত্ব বা ফিড।

t_2= কাটার পরে চিপের পুরুত্ব (Chip thickness)।



চিত্র: চিপ ফরমেশন জ্যামিতিক ব্যাখ্যা



চিত্র: ত্রিভুজের কাটা বেগ

α = টুলের রেক অ্যাঙ্গেল (Rake angle)।

β = শিয়ার অ্যাঙ্গেল (Shear angle)।

V = কাটিং ভেলোসিটি।

V_s = শিয়ার ভেলোসিটি।

V_c = চিপ ভেলোসিটি।

২. চিপ থিকনেস রেশিও (Chip Thickness Ratio) ঃ সাধারণত কাটার সময় ধাতু সংকুচিত হয়, তাই কাটার পরের চিপের পুরুত্ব (t_2), কাটার আগের পুরুত্বের (t_1) চেয়ে বেশি হয় ($t_2 > t_1$)।এই দুই পুরুত্বের অনুপাতকে চিপ থিকনেস রেশিও (r) বলা হয়।

গাণিতিকভাবে,

$$r = \frac{t_1}{t_2}$$

যেহেতু $t_2 > t_1$, তাই r-এর মান সবসময় ১-এর চেয়ে কম হয়।

৩. শিয়ার অ্যাঙ্গেল ও রেক অ্যাঙ্গেলের সম্পর্ক স্থাপন ঃচিত্রের জ্যামিতি থেকে আমরা দেখি যে, চিপটি শিয়ার প্লেইন বরাবর মেটাল থেকে আলাদা হচ্ছে। ধরি, শিয়ার প্লেইনের দৈর্ঘ্য = AB (চিত্রানুযায়ী)।

ত্রিভুজমিতি অনুযায়ী আমরা পাই ঃ১. t_1 = AB sin β ২. t_2 = AB cos (β - α)

এখন,

চিপ রেশিও (r) এর সমীকরণে এই মানগুলো বসিয়ে পাই ঃ

$$r = \frac{t_1}{t_2} = \frac{AB \sin \beta}{AB \cos (\beta - \alpha)}$$

বা, $r = \frac{\sin \beta}{\cos (\beta - \alpha)}$

এই সমীকরণটি ভেঙে আমরা শিয়ার অ্যাঙ্গেল এর মান বের করতে পারি ঃ

$$r = \frac{\sin \beta}{\cos\beta\cos\alpha + \sin\beta\sin\alpha}$$

বা, r ($\cos\beta\cos\alpha + \sin\beta\sin\alpha$) = sin β উভয় পক্ষকে $\cos\beta$ দিয়ে ভাগ করে পাই ঃ

বা, r ($\cos\alpha$ + $\tan\beta$ $\sin\alpha$) = tan β

বা, r$\cos\alpha$ + r tan $\beta\sin\alpha$ = tan β

বা, r $\cos\alpha$ = tan β - r tan $\beta\sin\alpha$

বা, r $\cos\alpha$ = tan β (1 – r $\sin\alpha$)

অতএব, শিয়ার অ্যাঙ্গেল নির্ণয়ের চূড়ান্ত সূত্র ঃ

$$\tan \beta = \frac{r \cos\alpha}{(1 - r \sin\alpha)}$$

৪. উপরোক্ত সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, শিয়ার অ্যাঙ্গেল (β) সরাসরি রেক অ্যাঙ্গেল (α) এবং চিপ রেশিও (r) এর ওপর নির্ভরশীল।রেক অ্যাঙ্গেল (α) বাড়লে শিয়ার অ্যাঙ্গেল বাড়ে।শিয়ার অ্যাঙ্গেল বাড়লে চিপ পাতলা হয় এবং কাটিং ফোর্স কমে, যা মেশিনিংয়ের জন্য ভালো।