অধ্যায়-১২ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প বলতে কী বুঝায়?** সড়ক ও জনপথ ঃ ২০১৬

উত্তরঃ যে পাম্প কেন্দ্রবিমুখী বল (Centrifugal Force) এর ক্রিয়ার সাহায্যে মেকানিক্যাল এনার্জিকে প্রেসার এনার্জিতে রুপান্তর করার মাধ্যমে তরলকে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তরিত করে, তাকে সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প বলে।

**** ২। সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৩, ১৫'পরি

উত্তরঃ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রধান অংশগুলো নাম হলো ঃ

১.ইম্পেলার (Impeller)

২.কেসিং (Casing)

৩.ফুট ভালভ এবং স্ট্রেইনারসহ সাকশন পাইপ (Suction Pipe with a foot valve and a strainer)

৪.ডেলিভারি পাইপ (Delivery Pipe)

৫.প্রাইম মুভার (Prime Mover, i.e. electric motor)

*** ৩। প্রাইমিং অনুসারে সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?**

উত্তরঃ প্রাইমিং অনুসারে সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা ঃ

১.ম্যানুয়াল প্রাইমিং পাম্প

২.ভ্যাকুয়াম প্রাইমিং পাম্প

৩.স্বয়ংক্রিয় প্রাইমিং পাম্প।

**** ৪। সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রয়োগক্ষেত্র বা ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৬

উত্তরঃ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রয়োগক্ষেত্র বা ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো হলো ঃ

১) কৃষি ক্ষেত্রে সেচ কার্যে।

২) বয়লারে ফিড পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৩) ফায়ার প্রটেকশন সিস্টেমে।

৪) কুলিং ওয়াটার রিসার্কুলেশনের কাজে।

৫) শিল্প কারখানায় পানি সরবরাহের কাজে ইত্যাদি।

***** ৫। প্রাইমিং (Priming) বলতে কী বুঝায়?**

অথবা, পাম্পের প্রাইমিং বলতে কী বুঝায়?

সড়ক ও জনপথ ঃ ২০১৬, বাকাশিবো- ২০০০, ০৫, ১২, ১২'পরি, ১৪'পরি, ১৯'পরি, ২০, ২৩, ২৪'পরি

উত্তরঃ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের সাকশন লাইন, কেসিং ও ডেলিভারি পাইপের কিছু অংশ পর্যন্ত পানি দ্বারা পূর্ণ করে বায়ু নিষ্কাশন করার পদ্ধতিকে প্রাইমিং বা পাম্পের প্রাইমিং বলে।

*** ৬। সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রাইমিং করার কয়েকটি পদ্ধতির নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৭

উত্তরঃ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রাইমিং পদ্ধতিগুলো হলো-

১) ভ্যাকুয়াম প্রাইমিং।

২) ইন্ডাক্টর প্রাইমিং।

৩) ইনজেক্টরের সাহায্যে প্রাইমিং।

৪) পাম্পের উপরে অবস্থিত সরবরাহ ট্যাংকের সাহায্যে প্রাইমিং।

৫) ফুট ভালভ ও ফানেল পদ্ধতি।

**** ৭। একটি সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের নেট পজিটিভ সাকশন হেড নির্ণয়ের সূত্রটি উপস্থাপন কর।** বাকাশিবো- ২০১৮

উত্তরঃ নেট পজিটিভ সাকশন হেড,

$$NPSH = H_a - H_V - H_{fs} - \frac{V_s^2}{2g}$$

যেখানে, H_a = পানির উচ্চতায় বায়ুমন্ডলীয় চাপ।

H_v = পানির উচ্চতায় ভেপার প্রেসার।

H_{fs} = পানির উচ্চতায় সাকশন লাইনের ঘর্ষণজনিত বাধা।

$\frac{V_s^2}{2g}$ = পানির উচ্চতায় সাকশন লাইনের বেগজনিত উচ্চতা।

**** ৮ পাম্পের সর্বমোট দক্ষতা কী?** বাকাশিবো- ২০১৮

উত্তরঃ পাম্প কর্তৃক সরবরাহকৃত শক্তি এবং প্রাইম মুভারে সরবরাহকৃত শক্তির অনুপাতকে পাম্পের ওভারঅল বা সর্বমোট দক্ষতা বলে।

সুতরাং, $\eta_o = \frac{\omega Q\, H_m}{P_{motor}}$

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প কোন নীতি (Principle) এর উপর ভিত্তি করে কাজ করে? ইঞ্জিনের কোন জায়গায় এই পাম্প থাকে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৭

উত্তরঃ একটি ইম্পেলারের ঘূর্ণন দ্বারা সৃষ্ট কেন্দ্রবিমুখী বলের মাধ্যমে তরলকে শক্তি সরবরাহের নীতির উপর ভিত্তি করে সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প কাজ করে। এটি সাধারণত ইঞ্জিনের সাথে একই শ্যাফটে লাগানো থাকে অথবা অন্য কোনো ইলেকট্রিক মোটরের শ্যাফটের সাথে পাম্পের শ্যাফট কাপলিং করা থাকে।

***** ২। সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প ও রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের মাঝে পার্থক্য লেখ?** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৬, ১৪'পরি, ১৬, ২৩, ২৪'পরি

উত্তরঃ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প ও রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের মাঝে পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প	রেসিপ্রোকেটিং পাম্প
১) এটি লো ও মিডিয়াম হেডে কাজ করে।	১) এটি হাই হেডে কাজ করে।
২) এর নির্গমনের হার বেশি।	২) এর নির্গমনের হার কম।
৩) এটা হতে নির্গমন সুষম ও ধারাবাহিক হয়।	৩) এটা হতে নির্গমন পালসেটিং এবং বিছিন্ন হয়।
৪) প্রাইমিং এর প্রয়োজন হয়।	৪) প্রাইমিং এর প্রয়োজন হয় না।
৫) এটিতে যন্ত্রাংশ কম থাকে, তাই গঠনপ্রণালি সহজ।	৫) এটিতে যন্ত্রাংশ বেশি থাকে, তাই গঠনপ্রণালি একটু জটিল।
৬) এটি আকারে তুলনামূলক ছোট, তাই কম জায়গার প্রয়োজন হয়।	৬) ইহা আকারে তুলনামূলক বড়, তাই বেশি জায়গার প্রয়োজন হয়।
৭) প্রাথমিক খরচ ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ তুলনামূলক কম।	৭) প্রাথমিক খরচ ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ তুলানমূলক বেশি।
৮) এটির কার্যদক্ষতা বেশি।	৮) এটির কার্যদক্ষতা তুলনামূলক কম।
৯) এটি নিম্ন ভিসকোসিটির তরল পাম্পিং করতে অধিক উপযোগী।	৯) এটি উচ্চ ভিসকোসিটির তরল পাম্পিং করতে অধিক উপযোগী।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। একটি সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রধান অংশগুলোর নামসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তরঃ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের প্রধান অংশগুলো নাম হলো ঃ

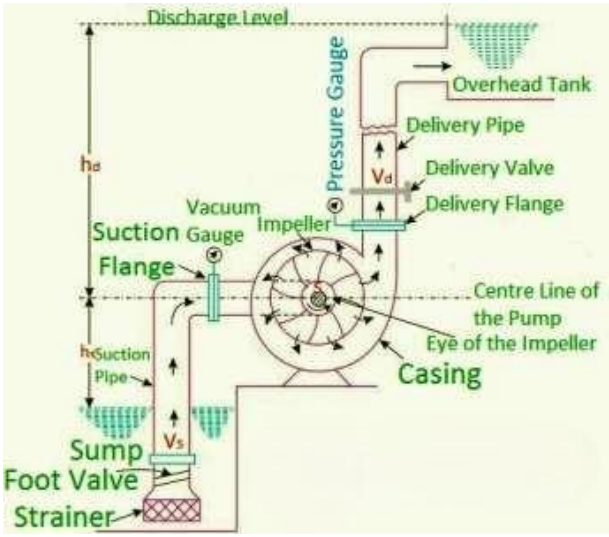
১.ইম্পেলার (Impeller)

২.কেসিং (Casing)

৩.ফুট ভালভ এবং স্ট্রেইনারসহ সাকশন পাইপ (Suction Pipe with a foot valve and a strainer)

৪.ডেলিভারি পাইপ (Delivery Pipe)

৫.প্রাইম মুভার (Prime Mover)



চিত্র ঃ একটি সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প

একটি সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের কার্যপ্রণালি নিম্নে বর্ণনা করা হলো ঃ

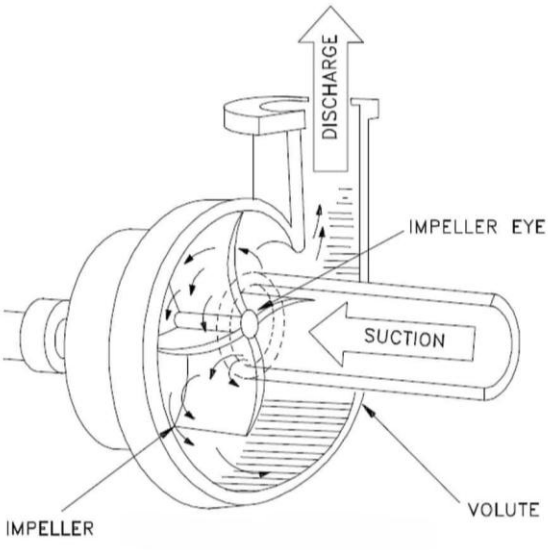
সেন্টিফিউগ্যাল পাম্পের বিভিন্ন অংশ এবং পাইপিং সিস্টেম চিত্রে দেখানো হয়েছে। পাম্পের চালু পূর্বে পাম্পকে অবশ্যই প্রাইমিং করতে হবে। প্রাইমিং করার সময় সাকশন পাইপ, পাম্পের কেসিং এবং ডেলিভারি পাইপের কিছুটা অংশ পানি দ্বারা পরিপূর্ণ করতে হবে। ফলে পাম্প থেকে সব বাতাস বের হয়ে যাবে। যেহেতু ইম্পেলার কর্তৃক উৎপাদিত হেড প্রবাহিত তরলের ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল, তাই পাম্পে বাতাস থাকলে উৎপাদিত হেডের মান কম হবে। ফলে পাম্প দ্বারা তরল উত্তোলন সম্ভব হবে না।

সুতরাং সঠিকভাবে প্রাইমিং করা একান্ত প্রয়োজন। প্রাইমিং করার সময় ডেলিভারি ভালভ বন্ধ রাখা হয়। প্রাইমিং করার পর প্রাইম মুভারের সাহায্যে ইম্পেলারকে ঘুরানো হয়। তরলপূর্ণ কেসিং এর ভিতরে ইম্পেলার ঘোরার ফলে কেন্দ্রবিমুখী বলের সৃষ্টি হয় এবং তরলের চাপ বৃদ্ধি পায়। কিছুক্ষণ চলার পর যখন পাম্পের দ্রুতি ধ্রুব হয়, তখন ডেলিভারি ভালভ আস্তে আস্তে খোলা হয়। এর পানি অক্ষীয় দিক বরাবর ইম্পেলার ভেনের মধ্য দিয়ে বহির্দিকে প্রবাহিত হয় এবং ইম্পেলারের বাইরের পরিধিতে উচ্চচাপ সৃষ্টি করে। পাম্পের কেসিং বিশেষ আকৃতির জন্য গতিশক্তি চাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং বেগের মান হ্রাস পায়। এখন এই উচ্চ চাপযুক্ত পানি ডেলিভারি পাইপের মধ্য দিয়ে নির্দিষ্ট উচ্চতায় তোলা হয়। একই সময়ে কেন্দ্র বিমুখী ক্রিয়ার দরুন ইম্পেলারের আই (Eye)-এ আংশিক ভ্যাকুয়ামের সৃষ্টি হয়। ফলে সাকশন পাইপের মধ্য দিয়ে পানি ইম্পেলারের আই এ প্রবেশ করে এবং ইম্পেলার হতে নির্গত পানির খালি জায়গা দখল করে। এভাবে পানি অবিরামভাবে ইম্পেলার প্রবেশ করে ও নির্গত হয় এবং নির্দিষ্ট হারে প্রয়োজনীয় উচ্চতায় সরবরাহ করা হয়।

** ২। ভলিউট টাইপ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের গঠন প্রণালি বর্ণনা কর।

বাকাশিবো- ২০২১

উত্তরঃ



চিত্র ঃ একটি ভলিউট টাইপ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের গঠন

নিম্নে ভলিউট টাইপ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের গঠন প্রণালি বর্ণনা করা হলোঃ কোনো নির্দিষ্ট হারে ক্রমবর্ধমান ব্যাসার্ধ দ্বারা সৃষ্ট আবদ্ধ স্থানকে ভলিউট বলা হয়। ভলিউট আকারে তৈরি কেসিং (Casing) কে ভলিউট কেসিং বলা হয়। যে সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের কেসিং ভলিউট আকারে গঠিত হয়, তাকে ভলিউট টাইপ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প বলে যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। এই পাম্প ভলিউট কেসিং, ইম্পেলার, শ্যাফট, স্টাফিং বক্স, গ্ল্যান্ড প্যাকিং, সাকশন ও ডেলিভারি পাইপ নিয়ে গঠিত। পাম্প শ্যাফটের এক প্রান্ত ভলিউট কেসিং-এর মধ্যে থাকে ও এই প্রান্তে ইম্পেলার লাগানো থাকে এবং অন্য প্রান্ত ফ্লাঞ্জ কাপলিং এর মাধ্যমে প্রাইম মুভারের সাথে সংযুক্ত থাকে। কেসিং-এর সাথে সাকশন পাইপ এবং ডেলিভারি পাইপ লাগানো থাকে।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

*** ১। একটি পাম্প প্রতি মিনিটে 1000 লিটার পানি 30 মিটার উপরে উঠায়। যদি পাম্পের দক্ষতা 75% হয়, তবে পাম্পটি চালাতে কত অশ্ব শক্তির প্রয়োজন হবে?** বাকাশিবো- ২০২৩, ২৪'পরি

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

নির্গমন $Q = 1000\ lit/min$

$= \frac{1000\times10^{-3}}{60}\ m^3/sec$

$= 0.01667\ m^3/sec$

মোট হেড, $H = 30\ m$

পাম্পের দক্ষতা, $\eta_{pump} = 75\%$

$= 0.75$

আমরা জানি,

পাম্পের ক্ষমতা, $P_{pump} = \omega QH$

$= 9810 \times 0.01667 \times 30$

$= 4905.98\ W$

$= \frac{4905.98}{746}\ HP \quad [1HP = 746\ W]$

$= 6.576\ HP$

আবার, আমরা জানি, $\eta_{pump} = \frac{\mathrm{P_{pump}}}{\text{পাম্প পরিচালনার প্রয়োজনীয় ক্ষমতা}}$

বা, পাম্প পরিচালনায় প্রয়োজনীয় ক্ষমতা $= \frac{P_{pump}}{\eta_{pump}}$

$$= \frac{6.576}{0.75}$$

$$= 8.768\ HP \ \textbf{(Ans.)}$$

***** ২। একটি সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প প্রতি মিনিটে 2400 লিটার পানি 80 মিটার লম্বা পাইপের সাহায্যে 30 মিটার উচ্চতায় সরবরাহ করছে। পাইপের ব্যাস 20 সেমি এবং পাম্পের দক্ষতা 70% হলে পাম্প চালনার জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০০৭, ০৮, ১৪, ১৭'পরি

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

নির্গমন $Q = 2400\ lit/min$

$$= \frac{2400\times10^{-3}}{60}\ m^3/sec$$

$$= 0.04\ m^3/sec \quad [\because 1\ lit = 10^{-3}m^3]$$

পাইপের দৈর্ঘ্য, $L = 80\ m$

হেড, $H = 30\ m$

পাইপের ব্যাস, $d = 20\ cm = 0.2\ m$

পাম্পের দক্ষতা, $\eta_{pump} = 70\% = 0.7$

আমরা জানি, $Q = av$

বা, $V = \frac{AV}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}\times d^2}$

$$= \frac{0.04\times4}{\pi\times(0.2)^2}$$

$$= 1.273\ m/sec$$

ধরি, ফ্রিকশন ফ্যাক্টর, $f = 0.015$

আবার, ম্যানোমেট্রিক হেড, $H_m = H + H_f + \frac{V^2}{2g}$

$$= H + \frac{fLV^2}{2gd} + \frac{V^2}{2g}$$

$$= 30 + \frac{0.015\times80\times(1.273)^2}{2\times9.81\times0.2} + \frac{(1.273)^2}{2\times9.81}$$

বা, $H_m = 30 + 0.495 + 0.0826$

$$= 30.577\ m$$

$\therefore$ পাম্পের ক্ষমতা, $P_{pump} = \omega Q H_m$

$= 9810 \times 0.04 \times 30.577$[পানির আঃ ওজন, $\omega = 9810\ N/m^3$]

$$= 11998.414\ W$$

$$= \frac{11998.414}{746} HP \qquad [\because 1HP = 746\ W]$$

$$= 16.083\ HP$$

আবার, $\eta_{pump} = \frac{P_{pump}}{\text{পাম্প পরিচালনার প্রয়োজনীয় ক্ষমতা}}$

বা, পাম্প পরিচালনায় প্রয়োজনীয় ক্ষমতা $= \frac{P_{pump}}{\eta_{pump}} = \frac{16.083}{0.7}$

$= 22.976\ HP$ **(Ans.)**

৩। একটি সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প প্রতি মিনিটে 3000 লিটার পানি 90 মিটার লম্বা পাইপের সাহায্যে 35 মিটার উচ্চতায় সরবরাহ করছে। পাইপের ব্যাস 20 cm এবং পাম্পের দক্ষতা 70% হলে, পাম্প চালানোর জন্য প্রয়োজনীয় অশ্ব ক্ষমতা নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০২৪

সমাধান ০৩ নং প্রশ্নের অনুরুপ সমাধান । Ans. $P_{in} = 33.82\ HP$